



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

“CORRELACIÓN DE PERFILES HEMATOLÓGICOS ENTRE DEPORTISTAS DE LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DE CHIMBORAZO Y LOS ESTUDIANTES DE LA UNIDAD EDUCATIVA INTERCULTURAL BILINGÜE MONSEÑOR LEÓNIDAS PROAÑO”

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Presentado para optar por el grado académico de:

BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA

AUTORA: MIRIAM ELIZABETH BAGUA RIVERA

TUTORA: DRA. VERÓNICA MERCEDES CANDO BRITO

Riobamba – Ecuador

2018

© 2018, Miriam Elizabeth Bagua Rivera

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de investigación: **CORRELACIÓN DE PERFILES HEMATOLÓGICOS ENTRE DEPORTISTAS DE LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DE CHIMBORAZO Y LOS ESTUDIANTES DE LA UNIDAD EDUCATIVA INTERCULTURAL BILINGÜE MONSEÑOR LEÓNIDAS PROAÑO** de responsabilidad de la señorita Miriam Elizabeth Bagua Rivera, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Dra. Verónica Mercedes Cando Brito

**DIRECTOR DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

Dra. Sandra Noemí Escobar Arrieta

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Yo, Miriam Elizabeth Bagua Rivera soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

MIRIAM ELIZABETH BAGUA RIVERA

DEDICATORIA

A Dios por su amor, bondad y por ser mi guía en todo momento, también a todas las personas que me han apoyado y han hecho posible que el presente trabajo se realice.

A mis padres Claudia y José por sus enseñanzas y apoyo incondicional que me han brindado para culminar mis estudios, enseñándome el camino hacia la superación.

A mi hermana Génesis y mi esposo Fernando por sus palabras de aliento que me motivaron alcanzar esta meta.

Mayte, fuiste mi motivación más grande para concluir con éxito este proyecto. A tu corta edad con tu cariño me has enseñado a encontrar el lado dulce y no amargo de la vida. Todo mi esfuerzo es por buscar lo mejor para ti.

MIRIAM ELIZABETH

AGRADECIMIENTO

A Dios por sus bendiciones y permitirme alcanzar una meta más en la vida.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por haber permitido formarme en sus aulas y a cada uno de los docentes que me impartieron sus conocimientos, además de ser guías y apoyo para salir adelante cada día.

Agradecer también a mi directora de trabajo de Titulación Dra. Verónica Cando por siempre brindarme su apoyo incondicional, paciencia y ser guía durante todo el tiempo para la realización del proyecto.

Gracias a la Dra. Sandra Escobar colaboradora de mi trabajo de titulación por su atención y amabilidad. Gracias por toda la ayuda que me brindó.

A mis familiares y amigos que me han brindado consejos, ánimo, compañía y bendiciones en cada paso que he dado, gracias por su amistad sincera siempre los llevaré en mi corazón.

Mi agradecimiento especial a las autoridades de la Federación Deportiva De Chimborazo y de la Educativa Intercultural Bilingüe Monseñor Leónidas Proaño de la ciudad de Riobamba por hacer posible el desarrollo de esta investigación.

MIRIAM ELIZABETH

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xiv
SUMMARY.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.....	5
1. MARCO TEÓRICO	5
1.1. Antecedentes de la investigación	5
1.2. Marco conceptual.....	6
1.2.1. Hematología.....	6
1.2.2. La sangre	7
1.2.3. Hematopoyesis.....	7
1.2.4. Eritropoyesis	8
1.2.5. Eritrocitos, hematíes o glóbulos rojos.....	8
1.2.6. Hematocrito.....	10
1.2.7. Hemoglobina	11
1.2.8. Eritrosedimentación	12
1.2.9. Índices eritrocitarios	13
1.2.10. Leucopoyesis.....	16
1.2.11. Leucocitos o glóbulos blancos	16
1.2.12. Granulocitos	18
1.2.13. Agranulocitos	21
1.2.14. Linfopoyesis.....	22
1.2.15. Trombopoyesis	25
1.2.16. Hemograma	26
1.2.17. Formula leucocitaria.....	27
1.2.18. Alteraciones hematológicas	27
1.2.19. Actividad física y deporte	29
1.2.20. Fisiología del ejercicio.....	30

1.2.21.	Alteraciones hematológicas en Deportistas	30
CAPITULO II		32
2.	MARCO METODOLÓGICO	32
2.1.	Área de estudio.....	32
2.2.	Muestra poblacional	32
2.3.	Unidad/es de análisis o muestra	32
2.3.1.	Materiales	32
2.4.	Socialización	33
2.5.	Recolección de datos	33
2.6.	Procedimientos de análisis a realizar.....	34
2.6.1.	Extracción de sangre.....	34
2.6.2.	Biometría hemática	35
2.7.	Análisis estadístico de datos	42
CAPÍTULO III.....		43
3. MARCO DE RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		43
CONCLUSIONES.....		53
RECOMENDACIONES		55
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-3:	Determinación de número de eritrocitos antes y después del entrenamiento en los deportistas que acuden a la Federación Deportiva de Chimborazo de la ciudad de Riobamba, 2018.....	43
Tabla 2-3:	Determinación de hematocrito antes y después del entrenamiento en los deportistas que acuden a la Federación Deportiva de Chimborazo de la ciudad de Riobamba, 2018.....	44
Tabla 3-3:	Determinación de hemoglobina antes y después del entrenamiento en los deportistas que acuden a la Federación Deportiva de Chimborazo de la ciudad de Riobamba, 2018.....	46
Tabla 4-3:	Índices eritrocitarios para determinar anemia según valores disminuidos.....	47
Tabla 5-3:	Correlación de número de Eritrocitos entre deportistas que acuden a la Federación Deportiva de Chimborazo y estudiantes de la Unidad Educativa Intercultural Bilingüe Monseñor Leónidas Proaño de la ciudad de Riobamba, 2018 mediante prueba t de student para dos muestras suponiendo varianzas desiguales.....	48
Tabla 6-3:	Correlación de Hematocrito entre deportistas que acuden a la Federación Deportiva de Chimborazo y estudiantes de la Unidad Educativa Intercultural Bilingüe Monseñor Leónidas Proaño de la ciudad de Riobamba, 2018 mediante prueba t de student para dos muestras suponiendo varianzas desiguales.....	49
Tabla 7-3:	Correlación de Hemoglobina entre deportistas que acuden a la Federación Deportiva de Chimborazo y estudiantes de la Unidad Educativa Intercultural Bilingüe Monseñor Leónidas Proaño de la ciudad de Riobamba, 2018 mediante prueba t de student para dos muestras suponiendo varianzas desiguales.....	50
Tabla 8-3:	Correlación de Volumen de Sedimentación Globular (VSG) entre deportistas que acuden a la Federación Deportiva de Chimborazo y estudiantes de la Unidad Educativa Intercultural Bilingüe Monseñor Leónidas Proaño de la ciudad de Riobamba, 2018 mediante prueba t de student para dos muestras suponiendo varianzas desiguales.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2:	Del método para extendido de sangre	40
--------------------	---	----

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 1-3:	Distribución porcentual del número de eritrocitos antes y después del entrenamiento en los deportistas que acuden a la Federación Deportiva de Chimborazo de la ciudad de Riobamba, 2018	43
Gráfica 2-3:	Distribución porcentual de hematocrito antes y después del entrenamiento en los deportistas que acuden a la Federación Deportiva de Chimborazo de la ciudad de Riobamba, 2018	45
Gráfica 3-3:	Distribución porcentual de hemoglobina antes y después del entrenamiento en los deportistas que acuden a la Federación Deportiva de Chimborazo de la ciudad de Riobamba, 2018	46
Gráfica 4-3:	Distribución de índices eritrocitarios para determinar anemia según valores disminuidos en los estudiantes de la UEIB Monseñor Leónidas Proaño de la ciudad de Riobamba, 2018.....	47

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A.** Socialización en la Federación Deportiva de Chimborazo
- Anexo B.** Toma de muestras en la federación deportiva de Chimborazo
- Anexo C.** Procesamiento de muestras sanguíneas en el Laboratorio Clínico de la ESPOCH
- Anexo D.** Consentimiento informado realizado para los deportistas de la FDCH
- Anexo E.** Formato de reporte para resultados
- Anexo F.** Permiso otorgado por la Federación Deportiva de Chimborazo
- Anexo G.** Permiso otorgado por la Unidad Educativa Intercultural Bilingüe “Monseñor Leónidas Proaño”

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ESPOCH	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
FDCH	Federación Deportiva de Chimborazo
UEIB	Unidad Educativa Intercultural Bilingüe
OMS	Organización Mundial de la Salud
MSP	Ministerio de Salud Pública
Hb	Hemoglobina
Hto	Hematocrito
VCM	Volumen corpuscular medio
HCM	Hemoglobina Corpuscular Media
CHCM	Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media
VSG	Velocidad de sedimentación globular
TCR	Receptor de la célula T
CMH	Complejo mayor de histocompatibilidad
fl	Femtolitros
mm³	Milímetro cúbico
mcl	Micro litro
pg	Picogramos
mL	Mililitro
µm	Micrómetros

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo correlacionar los perfiles hematológicos entre los deportistas de la Federación Deportiva de Chimborazo y los estudiantes de la Unidad Educativa Intercultural Bilingüe “Monseñor Leónidas Proaño” de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, el estudio se realizó en edades comprendidas de 7 a 18 años, en una población de 101 deportistas y 30 estudiantes, con el consentimiento informado de cada uno de ellos o sus representantes; se recolectó datos como: edad, medidas antropométricas: peso y talla; se extrajo muestras de sangre, las que fueron tomadas con las debidas normas de bioseguridad, se transportó al laboratorio de Análisis Bioquímicos y Bacteriológicos de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, realizando la determinación de los parámetros de biometría hemática de manera manual. Se analizó estadísticamente utilizando prueba t de Student para dos poblaciones suponiendo varianzas desiguales, para determinar si existe correlación en los diferentes parámetros hematológicos entre deportistas y estudiantes con y sin actividad física frecuente. En base al nivel de significancia de 0.05 y un intervalo de confianza al 95% los resultados demostraron que existe diferencia significativa entre deportistas y estudiantes para los parámetros de: eritrocitos ($p=1.634E-05$), hematocrito ($p=1.4518E-05$), hemoglobina ($p=1.634E-05$) y velocidad de sedimentación globular ($p=0.0027$); además se encontró que la práctica de ejercicio físico ocasiona un aumento en los índices hematocrito 8,91% y hemoglobina 26.73% post entrenamiento. Se concluye que el ejercicio físico ocasiona cambios a nivel sanguíneo además de aumentar el requerimiento de oxígeno como resultado de la adaptación que el organismo realiza para compensar el desgaste metabólico. Se recomienda realizar evaluaciones médicas periódicas para conocer y controlar el estado de salud del deportista a fin de conocer situaciones que limiten el entrenamiento, competiciones o riesgos médicos.

Palabras clave: <BIOQUÍMICA>, <ANÁLISIS CLÍNICO>, <BIOMETRÍA HEMÁTICA>, <ANEMIA (PATOLOGÍA)>, <SEDENTARISMO>, <EJERCICIO FÍSICO>

SUMMARY

The present research aims to correlate the profile hematologists among sportsmen at Sports Federation from Chimborazo and students at Intercultural Bilingual Educational Unit "Monseñor Leonidas Proaño", in Riobamba city, province of Chimborazo. The study was carried out by age from 7 to 18 years, the population of 101 athletes and 30 students, also with informed consent of each them or their representatives. Data were collected such as: age, anthropometric measurements: weight and height; blood samples were taken, which were taken with the proper biosafety standards, it was transported to laboratory from biochemical and bacteriological analysis at Sciences Faculty Polytechnic School of Chimborazo, it made for determination parameters of blood biometrics so manual. It was analyzed statistically using Student's t-test for two populations assuming uneven variances, for determining if there is a correlation in the different hematological parameters between athletes and students with and without frequent physical activity. Based on level of significance 0.05 and 95% confidence interval; with these results determined that there is a significant difference between athletes and students for the parameters like: erythrocytes ($p = 1.634E-05$), hematocrit ($p = 1.4518E-05$), hemoglobin ($p = 1.634E-05$) and erythrocyte sedimentation rate ($p = 0.0027$). It was also found that the practice of physical exercise causes an increase in the hematocrit index 8.91% and hemoglobin 26.73% post training. It is concluded that physical exercise causes change at blood level; besides increasing the oxygen requirement because of adaptation, that organism makes to compensate for metabolic wear. It is recommended to carry out periodic medical evaluations to know and control of health status of athlete in order to know situations that limit training, competitions or medical risks.

Keywords: <BIOCHEMISTRY>, <CLINICAL ANALYSIS>, <HEMISTIC BIOMETRY>, <ANEMIA (PATHOLOGY)>, <SEDENTARISM>, <PHYSICAL EXERCISE>

INTRODUCCIÓN

El ejercicio físico constituye una de las actividades que todos los seres humanos desarrollamos a diario sea en mayor o en menor frecuencia. En el Ecuador la práctica del deporte va en aumento sea general o competitivo, mejorando la agilidad corporal, favoreciendo de esta manera a la salud física, psíquica y contribuyendo al bienestar de las personas; sin embargo su práctica excesiva ocasiona respuestas fisiológicas que generan efectos adversos observados principalmente a nivel sanguíneo. (Márquez & De la Vega, 2015)

En estudios realizados (Méndez, 2014) se concluye que existen parámetros, que corresponden a determinadas variables hemáticas y bioquímicas, que son diferentes en los deportistas, con respecto a los de la población en general, siendo las de mayor importancia el número de hematíes, hematocrito y hemoglobina.

Otros estudios han demostrado que el entrenamiento de resistencia produce adaptaciones a nivel sanguíneo, el cual se caracteriza por un incremento en el volumen sanguíneo explicado por una expansión del volumen plasmático y aumento en los hematíes. (Sawka, et al., 2000)

La biometría hemática o hemograma constituye un examen de laboratorio fundamental para valorar la composición de la sangre, identificación de enfermedades hematológicas o posibles alteraciones indirectas como resultado de alguna enfermedad de otro órgano. Así pues los elementos formes que constituyen la sangre son de primordial importancia dado que los glóbulos rojos ayudan en el transporte de oxígeno y dióxido de carbono a todos los tejidos y los glóbulos blancos constituyen el sistema de defensa contra agentes externos. (López, 2016)

En las personas que practican deporte el análisis hematológico es primordial dado que dependiendo de la intensidad y duración empleada para la actividad física, pueden generarse repuestas en el organismo, afectando a diferentes sistemas corporales incluyendo la sangre; esta evaluación permite obtener información muy útil referente a los posibles desequilibrios nutricionales que este grupo puede presentar.

Parámetros bioquímicos básicos, hematológicos y hormonales para el control de la salud y el estado nutricional en los deportistas fue un estudio realizado en el 2012 en España donde se explicó que la adaptación a la actividad muscular está relacionada con cambios en el volumen y concentración total de la sangre, del plasma sanguíneo y de sus células, modificando la interpretación de los resultados analíticos por lo que a los valores anormales se deben considerar como alteraciones positivas y transitorias. (Urdampilleta, et al., 2012)

La inactividad física causa graves repercusiones sobre el bienestar de la población y la Salud Pública siendo el sedentarismo un factor de riesgo en el desarrollo de enfermedades crónicas, obesidad, diabetes tipo II y diversas enfermedades cardiovasculares. Dado que gran parte de niños y adolescentes no cumplen con las recomendaciones referentes a la práctica de actividades físicas moderadas e intensas el sedentarismo resulta preocupante pues estos individuos no adquieren hábitos de vida activos y saludables. (Beltrán, et al., 2012)

La nutrición también juega un rol importante en el desarrollo del ser humano desde la concepción pues el exceso o déficit de nutrientes influyen negativamente en el desarrollo óptimo del ser humano provocando consecuencias indeseables en la salud a corto y largo plazo. De acuerdo a la (Organización Mundial de la Salud, 2014) la inactividad física junto con una alimentación poco sana son los factores de riesgo principales que desarrollan enfermedades crónicas, así el sedentarismo en niños y adolescentes es alarmante ya que se ha reportado que en la actualidad estos individuos pasan más de cuatro horas diarias frente al celular y al televisor.

El deporte influye en el estado fisiológico de organismo, es por eso que frente a una actividad física intensa el cuerpo consume más oxígeno y produce más dióxido de carbono, haciendo que también se acelere la circulación para que el oxígeno llegue a los músculos y así mantener el movimiento. (European Lung Foundation, s.f.)

Conocer el estado de salud de los deportistas en especial de aquellos que practican constante ejercicio físico para las competencias anuales es imprescindible, dado que se pueden presentar afecciones en sangre asociada a hemólisis, la cual se relaciona a su vez con el estrés oxidativo. Todos estos factores se relacionan entre sí afectando al rendimiento del deportista. (Chávez, et al., 2015)

Dentro de los deportistas entrenados en resistencia se observan volúmenes sanguíneos más altos en aquellos que practican disciplinas deportivas con mayor perfusión muscular y un mayor gasto cardiaco; en cambio en los deportistas entrenados anaeróbicamente las adaptaciones hematopoyéticas pueden ser menos pronunciadas debido a que las demandas cardiopulmonares son más bajas durante el entrenamiento y la competencia. (Orrego, 2007)

Los deportistas que realizan actividad física a modo general gozan de excelente condición física, psicológica y biológica, por el contrario esto no sucede con las personas en especial de edad escolar y secundaria que no se dedican a practicar ningún tipo de actividad física y que se encuentran expuestos al consumo de alimentos no adecuados para su salud además esto se ve

influenciado por el avance de la tecnología por lo que aíslan su dinamismo y enfocan su atención a programas que hacen que estos sujetos se vuelvan sedentarios. (Gonzales, 2014)

Sin embargo otros estudios han obtenidos valores superiores a los rangos de referencia debido al aumento en la producción de hemoglobina, además del requerimiento de más oxígeno como resultado de la adaptación que el organismo realiza para compensar el desgaste metabólico provocado por el ejercicio físico. (Domínguez, 2013)

El Ministerio del Deporte en su afán de promover la práctica de la actividad física para erradicar el mal uso del tiempo libre y las complicaciones de salud a causa del sedentarismo ha desarrollado el proyecto “Ecuador Ejercítate” para que de esta manera niños y adultos practiquen actividad física contribuyendo a la salud, formación y desarrollo integral de la comunidad. (Ministerio del Deporte, 2018)

La evaluación del perfil hematológico constituye un análisis primordial a realizar antes y después del entrenamiento en los deportistas, puesto que la realización de cualquier actividad física permanente afecta los valores de los componentes sanguíneos. En la presente investigación se evaluó el perfil hematológico de los deportistas preclasificados a las competencias anuales que acuden a la Federación Deportiva de Chimborazo correlacionando los valores obtenidos con estudiantes escogidos de manera aleatoria de la Unidad Educativa Intercultural Bilingüe “Monseñor Leónidas Proaño” de la ciudad de Riobamba, en edades comprendidas entre 7 a 18 años para de esta manera identificar los posibles daños a eritrocitos, hematocrito y hemoglobina por la práctica de ejercicio físico excesivo.

Este proyecto se justifica por la necesidad de aportar con un estudio de un tema poco difundido en nuestro país, permitiendo conocer los cambios fisiológicos que ocurren en personas que realizan actividad física permanentemente y relacionarlos con personas que no lo hacen; además nos permitió identificar los problemas que provoca el exceso de actividad física a nivel sanguíneo.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Correlacionar los perfiles hematológicos entre los deportistas de la Federación Deportiva de Chimborazo y los estudiantes de la Unidad Educativa Intercultural Bilingüe “Monseñor Leónidas Proaño”.

Objetivos específicos:

1. Realizar la biometría hemática a los deportistas seleccionados para las competencias Pre-juveniles que pertenecen a la Federación Deportiva de Chimborazo pre y post entrenamiento.
2. Relacionar los resultados de las biometrías hemáticas con un grupo de estudiantes de la Unidad Educativa Intercultural Bilingüe “Monseñor Leónidas Proaño” de la ciudad de Riobamba.
3. Identificar la variabilidad de los resultados hematológicos obtenidos entre los deportistas de la Federación Deportiva de Chimborazo y estudiantes de la Unidad Educativa Intercultural Bilingüe “Monseñor Leónidas Proaño” de la ciudad de Riobamba.
4. Determinar posibles alteraciones hematológicas en los deportistas de la Federación Deportiva de Chimborazo.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de la investigación

En Venezuela en estado Zulia en el año 2014 se realizó el estudio titulado “Comparación de Parámetros Hematológicos entre atletas y sedentarios del Estado de Zulia” en el cual se analizó si existían o no cambios en los parámetros hematológicos entre atletas de alto rendimiento, atletas de mediano rendimiento y sedentarios. (Gonzales, 2014)

Se analizaron todos los parámetros hematológicos, obteniendo como resultado que solo se hallaron variaciones estadísticas en el coeficiente de desviación de células rojas, aunque a pesar de que no fueron estadísticamente significativas, llegaron a la conclusión que aumentó la producción de segmentados y plaquetas en situaciones de estrés "fisiológico" durante los entrenamientos, como también la apoptosis de eosinófilos durante los mismos. (Gonzales, 2014)

Otro estudio realizado en España titulado “Parámetros bioquímicos básicos, hematológicos y hormonales para el control de la salud y el estado nutricional en los deportistas” en el cual se realizaron pruebas analíticas para el control del metabolismo proteico, perfil lipídico, iones (por su relación con el estado de hidratación del individuo), pruebas hematológicas y metabolismo de algunos parámetros hormonales con el fin de observar la posible existencia de estados de sobreentrenamiento. (Urdampilleta, et al., 2012)

“Estudio de parámetros bioquímicos en jugadores de fútbol de élite” fue un estudio publicado en Argentina, en el cual se estudió en el suero de individuos jugadores de fútbol de élite y no entrenados, los perfiles: hematológico, endocrinológico y de química clínica, relacionando los hallazgos bioquímicos con la fisiopatología deportiva y se evaluó la probable implicancia clínica de los resultados. (Aymard, et al., 2013)

De acuerdo con los resultados obtenidos se observó una disminución significativa en: hematocrito, hierro, plaquetas y bilirrubina debido a la expansión plasmática fisiológica; recomendando que es necesario implementar un valor de referencia para la población deportista. (Aymard, et al., 2013)

“Valores de referencia hemáticos y bioquímicos en deportistas de tiempo y marca de la categoría Prejuvenil de la Federación Deportiva del Azuay. Cuenca – Ecuador 2013” fué un estudio realizado en la Universidad de Guayaquil en el cual se demostró que los valores de referencia hemáticos y bioquímicos en los deportistas que corresponden a nuestra realidad geográfica, étnica, social y económica fueron diferentes a los de la población general, además se estableció una correlación entre algunas variables como: glóbulos rojos, hemoglobina, hematocrito y hierro sérico; entre, el sexo femenino y masculino demostrando que existía diferencia significativa. (Méndez, 2014)

En la Universidad Técnica de Ambato se realizó una investigación titulada “Cambios hematológicos en relación con la altura en los miembros del club de Andinismo, “Los Halcones” de la ciudad de Riobamba en el período Julio a Noviembre 2013” donde se evaluaron las adaptaciones que realiza el organismo al encontrarse en la altura para así mejorar su rendimiento y compensar la falta de oxígeno. (Castillo, 2013)

Desde el 11 de noviembre de 1924 la Federación Deportiva de Chimborazo viene formando deportistas en sus diferentes sedes e instituciones con las que mantiene convenios en donde niños y jóvenes se dedican al esparcimiento sano y promoviendo el desarrollo físico en todas sus expresiones. (Federación Deportiva de Chimborazo, 2016)

Actualmente la Federación Deportiva de Chimborazo controla y dirige 26 disciplinas entre las cuales se encuentran: Ajedrez, atletismo, Baloncesto, Ciclismo, Boxeo, Levantamiento de pesas, Lucha, Natación, Tenis de mesa, Taekwondo, Triatlón, entre otras. (Federación Deportiva de Chimborazo, 2016)

La Federación ha permitido a cada uno de los deportistas formarse continuamente, además de preocuparse por su salud, obteniendo así deportistas de alto rendimiento, quienes representan a la Provincia en las diferentes olimpiadas ejecutadas desde 1926 hasta los actuales juegos nacionales. (Federación Deportiva de Chimborazo, 2016)

1.2. Marco conceptual

1.2.1. Hematología

Proviene de los vocablos griegos *haimato*: sangre y *logía*: ciencia, es una especialidad médica que estudia los componentes de la sangre en individuos sanos y enfermos, para diagnosticar, tratar e investigar enfermedades en la médula ósea, bazo y ganglios linfáticos o de la sangre. Esta

ciencia también analiza la formación de células sanguíneas, el proceso de coagulación, composición celular y sérica de la sangre, síntesis de hemoglobina y las afecciones que éstas pueden sufrir. (Ulloa, et al., 2017)

La Hematología ayuda a identificar desequilibrios en los hematíes, leucocitos y plaquetas analizándolos cualitativamente y cuantitativamente dado que cada elemento cumple funciones primordiales en el organismo.

1.2.2. La sangre

La sangre es una forma especializada del tejido conjuntivo, compuesta por una sustancia intercelular líquida llamada plasma, en la cual se encuentran en suspensión los elementos figurados: hematíes, leucocitos y plaquetas; circula a través vasos sanguíneos. (Moreno, 2013)

La sangre ayuda en el transporte de sustancias, transferencia de hormonas, temperatura, además actúa como sistema de defensa frente a cuerpos extraños y microorganismos.

1.2.3. Hematopoyesis

Es el proceso de formación, maduración y paso a la circulación sistémica de las células de la sangre. (Carr & Rodak, 2010)

Inicia con la célula madre pluripotencial, la cual puede ploriferar, replicar y diferenciarse independientemente. (Carr & Rodak, 2010)

Los factores de crecimiento y diferenciación hacen que durante el proceso se diferencien las células madres.

Tiene lugar en la médula ósea e inicia desde el estado embrionario, alrededor de las tres semanas después de la fecundación.

Cuando el organismo presenta alguna enfermedad como la leucemia existe una sobreproducción de células hematopoyéticas y por el contrario la producción disminuye considerablemente en casos como anemia aplásica. (Mayani, et al., 2010)

1.2.4. Eritropoyesis

Es el proceso mediante el cual se forman los glóbulos rojos o también llamados eritrocitos, se da únicamente en la médula ósea, esta actividad está regulada por la eritropoyetina, que a su vez está regulada por la cantidad de oxígeno que llega a los tejidos. (Argüelles, 2009)

Para la producción de eritrocitos es indispensable la cianocobalamina y folatos que son necesarios para la síntesis de hemoglobina. (Fuentes, et al., 1998)

Se divide en dos etapas:

La primera etapa es la más larga, en la cual a partir de los proeritroblastos se forman los reticulocitos.

En la segunda fase los reticulocitos maduran a eritrocitos, esta fase tiene lugar en el plasma.

La eritropoyetina se sintetiza en los riñones como respuesta a la hipoxia, actuando sobre las células madres pluripotencial de la médula ósea, uniéndose a un receptor específico y estimulando la producción de glóbulos rojos, hemoglobina y síntesis de numerosas proteínas de membrana eritroide. (Fuentes, et al., 1998)

1.2.5. Eritrocitos, hematíes o glóbulos rojos

Son los componentes principales de la sangre encargados del transporte de oxígeno.

Son discos bicóncavos, poseen 66% de agua y 33% de hemoglobina.

Su principal fuente de energía es la glicólisis. Forman parte de la célula madre pluripotencial que se va diferenciando hasta perder el núcleo y la capacidad de síntesis de hemoglobina. (Fuentes, et al., 1998)

Fundamento del método:

El recuento de glóbulos rojos consiste en determinar el número de eritrocitos presentes en un volumen determinado de sangre.

Se debe realizar una dilución de sangre entera anticoagulada en un líquido diluyente y con ayuda de una pipeta de Thoma para hematíes, posteriormente el conteo se realiza en la cámara de Neubauer. (Cambero & Echavé, 2012)

Significancia clínica:

Dado que los eritrocitos contienen hemoglobina encargada de transportar oxígeno, los tejidos corporales reciben oxígeno dependiendo del número de glóbulos rojos presentes en cada individuo. (Biblioteca Nacional de Medicina de los EE. UU., 2016)

El conteo de glóbulos rojos permite diagnosticar diferentes tipos de anemia.

Los valores disminuidos pueden deberse a:

- Sangrado
- Desnutrición
- Leucemia
- Consumo de fármacos quimioterapéuticos.
- Deficiencia de minerales
- Sobrehidratación
- Embarazo
- Diferentes tipos de anemia
- Hemólisis
- Enfermedades renales
- Insuficiencia de médula ósea

Valores aumentados:

- Deshidratación
- Diarreas graves
- Exceso de consumo de cigarrillo
- Cardiopatía congénita
- Hipoxia
- Fibrosis pulmonar

Valores de referencia:

Oscila entre: $4,5 - 5,5 \times 10^6 \text{mm}^3$. (Sáenz, et al., 2009)

1.2.6. Hematocrito

Representa la proporción del volumen sanguíneo total que ocupan los hematíes en un volumen determinado de sangre.

Constituye el análisis más simple para diagnosticar anemia.

Fundamento

El hematocrito está directamente relacionado con la concentración de hemoglobina en la sangre.

La eritropoyetina está encargada de la producción de glóbulos rojos en la médula ósea, cuando en la sangre existen niveles bajos de sangre. (Hematocrito org, 2018)

Cuando la sangre con anticoagulante es centrifugada, los glóbulos rojos sedimentan mientras que el plasma queda en la parte superior del tubo.

Significancia clínica:

Cuando el valor de hematocrito es bajo en la mayoría de ocasiones es indicativo de anemia, el mismo que puede relacionarse a:

- Mala absorción intestinal
- Pérdida excesiva de sangre
- Anemia perniciosa.

El aumento del valor de hematocrito se da generalmente en una policitemia, es decir un aumento de hematíes, patología que puede afectar a la médula ósea, cuando se presenten enfermedades al corazón, cáncer y tumores. (Hurtado, et al., 2010)

Valores de referencia:

En hombres el valor va desde 42 a 52% y en mujeres del 36 a 45%. (Organización Mundial de la Salud, 2014)

1.2.7. Hemoglobina

La hemoglobina está constituida por dos porciones:

- Una parte no proteica hem o hemo que es la encargada de dar color a la sangre.
- El grupo proteico llamado globina. (Rubio, et al., 2004)

La hemoglobina es la encargada del transporte de oxígeno a través de los eritrocitos desde los pulmones hasta los diferentes tejidos del organismo. También transporta dióxido de carbono desde el interior de los pulmones hacia el exterior.

Su análisis se realiza en conjunto con el recuento de glóbulos rojos y hematocrito. Esta proteína es la encargada de dar el color a la sangre.

Fundamento

La hemoglobina medida en g/dL representa la cantidad de esta proteína por unidad de volumen.

De acuerdo a Argüelles en su libro Fundamentos de Hematología, la hemoglobina debe ser el único parámetro utilizado para determinar si una persona presenta o no anemia, siempre y cuando los valores obtenidos de hemoglobina seas inferiores a los valores de referencia. (Argüelles, 2009)

Los valores de referencia dependen de la edad, sexo, altura a la que se encuentre una persona, entre otras. Esta proteína puede ser medida directamente con la ayuda de un citómetro de flujo o por cálculo matemático utilizando un factor 3,0. (Forrellat, et al., 2010)

Significancia clínica

Los valores de hemoglobina puede verse disminuidos debido a:

- Déficit de vitaminas y minerales.
- Anemia

- Malnutrición

Valores elevados se observan en:

- Enfermedades pulmonares
- Enfermedades cardíacas
- Policitemia vera

Valores de referencia:

Hombres: 13,5 – 16,5 g/dL

Mujeres: 12,0 – 15,0 g/dL. (Organización Mundial de la Salud, 2014)

1.2.8. Eritrosedimentación

Llamada también velocidad de sedimentación globular (VSG), indica la velocidad de depósito de los eritrocitos por acción de la fuerza de gravedad en una muestra de sangre con anticoagulante. (Gabica, et al., 2017)

Su determinación permite detectar procesos infecciosos o inflamatorios que pueden estar ocultos, además de tumores.

Fundamento

Se determina la precipitación de los glóbulos rojos en un determinado tiempo, se relaciona directamente con la tendencia de los hematíes para la formación de acúmulos, así como la concentración plasmática de fibrinógeno y globulinas. (Jaime, 2018)

Significancia clínica

El valor de la VSG aumenta en:

- Embarazo
- Enfermedades renales
- Anemia intensa
- Artritis reumatoide

- Infecciones agudas
- Fiebre reumática

Disminuye en casos de:

- Diabetes
- Policitemia
- Enfermedades cardíacas
- Enfermedades del hígado

Valores de referencia:

Escolares hasta 11 mm/h

Hombres hasta 10 mm/h

Mujeres hasta 15 mm/h. (Organización Mundial de la Salud, 2014)

1.2.9. Índices eritrocitarios

Los índices eritrocitarios se calculan a partir del recuento de hematíes, concentración de hematocrito y hemoglobina. (Miale, 2000)

Sirven para determinar el tamaño de los glóbulos rojos y su contenido de hemoglobina.

1.2.9.1. Volumen corpuscular medio (VCM)

Es el volumen medio de cada eritrocito.

Es el resultado de dividir el hematocrito por el número de hematíes. Su valor normal oscila entre 82-92 fL. (Carr & Rodak, 2010)

Significancia clínica

El volumen corpuscular medio se puede alterar provocando enfermedades, así el valor elevado del tamaño de hematíes se puede deber a:

- Dependencia alcohólica
- Sangrados agudos

- Hipotiroidismo
- Anemia perniciosa, megaloblástica o macrocítica.
- Deficiencia de ácido fólico.

Los valores disminuidos incluyen:

- Deficiencia de hierro
- Anemia microcítica
- Uremia
- Infecciones graves

Valores de referencia

80 a 100 femtolitros. (Sáenz, et al., 2009)

1.2.9.2. Hemoglobina corpuscular media (HCM)

Es el contenido medio de Hemoglobina en cada eritrocito.

Es el resultado de dividir la cantidad de hemoglobina total por el número de hematíes. Su valor normal es de 28 a 33 pg (picogramos). (Carr & Rodak, 2010)

Significancia clínica

Los valores de HCM pueden verse afectados por hábitos personales, altura a la que viven.

Los valores elevados conocido como macrocitosis puede relacionarse a:

- Carencia de ácido fólico
- Consumo de medicamentos oncológicos
- Hipertiroidismo
- Consumo de alcohol

Valores disminuidos generalmente se deben a anemias hipocrómicas, el valor bajo obtenido también se conoce como microcitosis.

Valores de referencia

De 27 a 32 pg /célula. (Organización Mundial de la Salud, 2014)

1.2.9.3. Concentración corpuscular media de hemoglobina (CHCM)

Proporciona un índice del contenido medio de Hemoglobina en la masa de eritrocitos circulantes.

Es el resultado de dividir la cantidad de hemoglobina total por el hematocrito. Su valor es de 33 g/dl. (Carr & Rodak, 2010)

Significancia clínica

El examen permite evaluar posibles problemas con el contenido de hemoglobina en el eritrocito, o con su volumen.

Los valores disminuidos se presentan cuando exista:

- Infecciones urinarias
- Enfermedades crónicas
- Tumores
- Anemia hipocrómica
- Anemia perniciosa
- Disminución en el flujo sanguíneo. (AEDN, 2017)

Valores elevados se pueden relacionar a:

- Anemia macrocítica
- Enfermedades al hígado
- Deficiencia de vitamina B12.

Valores de referencia

De 32 a 36 g /dL. (Medline Plus, 2014)

1.2.10. Leucopoyesis

Forma parte de la hematopoyesis y se encarga de la formación de todos los leucocitos.

El proceso inicia en el saco vitelino del mesénquima, luego se da en el hígado y bazo y al final en la médula ósea.

La célula madre al madurar se convierte en célula madre pluripotencial, la cual evoluciona hasta convertirse en la célula comprometida de la serie linfóide y mieloide, ésta última encargada de formar los eritrocitos, granulocitos, monocitos y megacariocitos. (García, et al., 2015)

1.2.11. Leucocitos o glóbulos blancos

Los glóbulos blancos conforman el sistema protector del organismo, actúan en sitios donde exista inflamación actuando sobre agentes infecciosos. (González, 2012)

Son células que poseen núcleo, mitocondrias y otros orgánulos celulares, además de presentar movilidad facilitando su desplazamiento.

Su periodo de vida media es más corto en relación a los eritrocitos.

Características

- Quimiotaxis. Movimiento hacia una sustancia química. Es la atracción química de los fagocitos por los microorganismos. Entre las sustancias químicas que atraen a los fagocitos se encuentran los productos microbianos, los componentes de los leucocitos y de las células tisulares dañadas.
- Diapédesis: en respuesta a su contacto con los factores quimiotácticos, las células endoteliales y las células fagocíticas incrementan la síntesis de sus proteínas de adhesión y se vuelven más “pegajosas” entre sí. Esto propicia que los fagocitos se adhieran a las superficies de los endotelios y rueden sobre ellos hasta procurarse una salida entre las uniones de las células endoteliales.
- Movimientos ameboides. Es un movimiento característico de las amebas. Se produce por la formación de pseudópodos que se extienden y se retraen para desplazar la célula.

- Fagocitosis: los neutrófilos y macrófagos participan en la fagocitosis, pueden ingerir bacterias y desechos de materia inanimada.

Clasificación

1. Según el origen:

- Leucocitos mieloides, que se originaron a partir de la célula progenitora UFC-GM, dentro de este grupo se encuentran todos los leucocitos a excepción de los linfocitos. (García, et al., 2015)
- Leucocitos linfoides, conformada únicamente de los linfocitos, provienen de la célula progenitora UFC-L. (García, et al., 2015)

2. Según la forma de su núcleo:

- Polimorfonucleares (PMN), son los granulocitos y su núcleo forma lóbulos. (García, et al., 2015)
- Mononucleares, son los agranulocitos y presentan un solo núcleo. (García, et al., 2015)

3. Según su función:

- De repuesta inespecífica, la conforman los neutrófilos, monocitos, eosinófilos, basófilos y algunos linfocitos. (García, et al., 2015)
- De respuesta específica, encargada por los linfocitos B. (García, et al., 2015)

4. Según su mecanismo de acción

- Fagocitos, su función es fagocitar elementos extraños, son los neutrófilos, eosinófilos y los monocitos. (respuesta inespecífica). (García, et al., 2015)
- Inmunocitos, comprende a los linfocitos los cuales son encargados de responder ante la entrada de cuerpos extraños. (respuesta específica). (García, et al., 2015)
- Basófilos, su función es la de liberar el contenido de sus gránulos para atraer a otros leucocitos. (respuesta inespecífica). (García, et al., 2015)

5. Según la presencia o ausencia de granulaciones en su citoplasma al microscopio:

- Granulocitos.
- Agranulocitos.

1.2.12. Granulocitos

Son células con un diámetro de 9-12µm y constituyen casi el 70% de la cantidad total de leucocitos. Su núcleo está formado por 3-5 lóbulos unidos por puentes de cromatina. (Rodríguez, 2015)

Las granulaciones que se presentan en su estructura se denominan granulaciones azurófilas, puesto que tienden a teñirse con azul de metileno. (Rodríguez, 2015)

Las granulaciones están compuestas de enzimas hidrolíticas las mismas que participan en la respuesta inflamatoria aguda de los tejidos, donde fagocitan a los microorganismos que están causando daño. (Rodríguez, 2015)

Existen tres tipos de granulocitos: neutrófilos, basófilos y eosinófilos.

1.2.12.1. Neutrófilos

Son el grupo de glóbulos blancos más abundantes en los seres humanos.

Es de forma esférica, mide entre 12 y 15 µm de diámetro. Su núcleo generalmente presenta de 3 a 5 lóbulos por lo que recibe el nombre de segmentado.

Los neutrófilos son el primer tipo de célula inmune que defiende al cuerpo de infecciones bacterianas y micóticas. (Eberl & Davey, s.f.)

Pueden subdividirse en neutrófilos en banda y neutrófilos segmentados.

Significancia clínica

Los neutrófilos son el primer componente de pus y son los primeros en verse afectados en caso de infecciones.

El recuento absoluto de neutrófilos (RAN) permite el diagnóstico de alteraciones en este tipo de leucocitos. (Leucocitos.org, 2018)

La disminución de neutrófilos se conoce como neutropenia, esta condición hace al organismo propenso a adquirir enfermedades infecciosas.

El aumento de este tipo de glóbulos blancos se denomina como neutrofilia, la cual puede darse en respuesta a una inflamación, infección o trastorno crónico. (Welsh, 2010)

Valores de referencia

60- 70% del total de leucocitos. (Organización Mundial de la Salud, 2014)

1.2.12.2. Eosinófilos

Su diámetro varía entre 10 y 14µm y son mucho menos abundantes. Su núcleo posee 2 lóbulos bien diferenciados, lo que los incluye en la categoría de glóbulos blancos granulocitos.

En su citoplasma se encuentran grandes gránulos redondeados, los cuales se tiñen con eosina de color rosa oscuro. (Rodríguez, 2015)

La principal función de los eosinófilos es la de intervenir en la respuesta inflamatoria e inmunitaria, pues tienen una gran capacidad fagocítica de los complejos Antígeno-Anticuerpo, algunos microorganismos y parásitos. (Rodríguez, 2015)

Significancia clínica

El recuento elevado de eosinófilos se denomina eosinofilia, condición que se presenta en:

- Infecciones parasitarias
- Asma
- Enfermedades autoinmunes como el lupus eritematoso sistémico.
- Nefropatía intersticial
- Cirrosis
- Vasculitis
- Tumores

Las infecciones parasitarias son la causa principal que ocasiona el aumento de este tipo de leucocitos dado que el sistema inmunológico se activa y actúa en contra de los microorganismos.

La eosinopenia puede deberse a:

- Fiebre tifoidea
- Uso de medicamentos corticoesteroides
- Lupus eritematoso diseminado
- Anemia aplásica
- Estrés
- Enfermedad protozoaria o bacteriana.

El síndrome de Cushing reduce la cantidad de eosinófilos por la presencia del cortisol y aldosterona en el organismo.

Valores de referencia

1 al 3% del total de leucocitos de la sangre. (Organización Mundial de la Salud, 2014)

1.2.12.3. Basófilos

Tienen un tamaño similar a los neutrófilos, con un diámetro de 8-10µm. Son muy escasos, pues constituyen menos del 1% de la población total de leucocitos.

Su núcleo está formado por dos grandes lóbulos y, normalmente, se encuentra tapado parcialmente por numerosas granulaciones grandes de naturaleza basófila.

Se forman y maduran en la médula ósea.

La principal función de los basófilos es la de intervenir en la producción de la respuesta inflamatoria y los procesos alérgicos. (Rodríguez, 2015) .

Significancia clínica

Cuando los basófilos se activan desgranulan y secretan histamina, heparina, condroitina, proteína proteolíticas como la elastasa, además liberan lípidos mediadores como leucotrienos y citoquinas. (Ulrich, 2010)

El aumento de basófilos puede indicar enfermedades como:

- Anemia
- Asma
- Enfermedad de Crohn
- Leucemia

Los niveles bajos de basófilos generalmente se presentan como signo de condiciones como:

- Embarazo
- Leucopenia
- Hipertiroidismo
- Estrés severo. (Ulrich, 2010)

Valores de referencia

1 % del total de leucocitos de la sangre. (Organización Mundial de la Salud, 2014)

1.2.13. Agranulocitos

Son leucocitos sin gránulos en su citoplasma y presentan un núcleo en su estructura por lo que también se denominan mononucleares.

1.2.13.1. Monocitos

Es el leucocito de mayor tamaño en relación a los demás, su tamaño es de 18 μm . Presenta un núcleo arriñonado, desprovistos de nucléolos.

Su principal función es fagocitar partículas extrañas o microorganismos foráneos, como bacterias o virus. (Romero G, 2013)

Se originan en la médula ósea a partir de células madres precursoras llamados monoblastos. Luego de circular libremente por la sangre alrededor de tres días, migran a los tejidos del cuerpo donde se transforman en macrófagos y células dendríticas, para luego emigrar a diferentes tejidos como hígado, bazo, pulmones, ganglios linfáticos, huesos, cavidades serosas, entre otros. (Romero G, 2013)

Después de alrededor de 24 horas de permanecer en el torrente sanguíneo, los monocitos lo abandonan y atraviesan el endotelio de los capilares o las vénulas poscapilares hacia el tejido conectivo, donde se diferencian rápidamente a macrófagos. Entre las funciones que realizan son:

- **Fagocitosis**, a través de la producción de macrófagos.
- **Presentación de antígeno**, en la superficie de los linfocitos T.

Los niveles de monocitos en la sangre tienden a elevarse cuando alguien tiene una infección. (Romero G, 2013)

Significancia clínica

Los monocitos junto con los neutrófilos son los encargados de fagocitar a agentes patógenos

Los valores aumentan cuando existe:

- Tuberculosis
- Enfermedades virales
- Neoplasia
- Endocarditis bacteriana

Además valores bajos se observan en enfermedades como:

- Lupus
- Artritis reumatoide
- Sida
- Leucemia
- Aplasia medular

Valores de referencia

Del 4 al 8% de los leucocitos en la sangre. (Organización Mundial de la Salud, 2014)

1.2.14. Linfopoyesis

Los linfocitos se originan a partir de las células madres linfoides pluripotenciales en la médula ósea, también proliferan continuamente en los órganos linfáticos periféricos. (Male, et al., 2007)

La progenie de células madres linfoides multipotenciales (CFU-L) destinadas a convertirse en células T emigran de la médula ósea hacia el timo en donde se completa su diferenciación y función como célula tímica. (Ross & Pawlina, 2007)

Después vuelven a la circulación como linfocitos T pequeños de larga vida.

Las células destinadas a convertirse en linfocitos B se originan en órganos bursaequivalentes como la médula ósea, el bazo y en el tejido linfático asociado con el intestino. (Ross & Pawlina, 2007)

1.2.14.1. Linfocitos

Son células de alta importancia en el sistema inmunitario, se encargan de la inmunidad específica o adquirida.

Miden entre 7 y 15µm, presentan un gran núcleo esférico. Se localizan generalmente en los órganos linfoides. . (Vega, 2009)

Poseen receptores para antígenos específicos que permiten reconocer y responder al agente que se les presente.

Se encargan de la producción de anticuerpos y de la destrucción de células anormales. (Vega, 2009)

Tipos:

- Células B

Son los responsables de la respuesta humoral

Producen anticuerpos que se unen a agentes patógenos para permitir su destrucción.

Pueden reconocer lípidos, proteínas y glúcidos.

Presentan dos procesos:

Maduración: se da en la médula ósea donde no están expuestos a antígenos.

Diferenciación: tiene lugar en el ganglio linfático donde se diferencian en células plasmáticas y células B de memoria.

Las células plasmáticas producen anticuerpos que unidos a antígenos los neutralizan para fagocitarlos más fácilmente. Su periodo de vida es corto.

Las células B de memoria se forman durante la respuesta inmune primaria, proporcionan inmunidad durante una segunda exposición a su antígeno específico. Viven durante varios años. (Mauri & Bosma, 2012)

- Células T

Son mediadores de la respuesta inmune celular que actúan contra agentes intracelulares como los virus. (Láñez, 2014)

El proceso de maduración se da en el timo, en el cual los linfocitos T adquieren moléculas receptoras en su membrana, conocidos como receptor de la célula T (TCR), que sirven para identificar de manera específica al antígeno. (Láñez, 2014)

Los linfocitos T detectan antígenos proteicos asociados a moléculas del complejo mayor de histocompatibilidad (CMH) que pueden ser de dos tipos CMH I y II. (Láñez, 2014)

Existen dos tipos de TCR que diferencian a los linfocitos T en dos poblaciones:

Linfocitos T CD4+ o linfocitos colaboradores, que reconocen antígenos presentados por el MCH-II. Activan y dirigen otras células inmunitarias. (Láñez, 2014)

Linfocitos CD8+ o linfocitos T citotóxicos, reconocen antígenos presentados por CMH-I, además presentan capacidad lítica. (Láñez, 2014)

- Células asesinas naturales o células NK

Son células grandes granulosas. Su citoplasma es mayor que los linfocitos B y T.

Forman parte del sistema de inmunidad natural o inespecífico puesto que carecen de especificidad y de memoria. (Vivier, et al., 2011)

En su citoplasma presentan proteínas especiales como la perforina y proteasas, provocando la lisis o apoptosis de antígenos.

Se activan en respuesta a interferones y citoquinas que provienen de macrófagos. Además sirven para actuar frente a infecciones virales mientras que la respuesta inmune adaptativa genere células T citotóxicas específicas para el antígeno que puedan eliminar la infección. (Vivier, et al., 2011)

Tienen la capacidad de reconocer células infectadas en ausencia de anticuerpos y MHC, permitiendo una respuesta inmunológica rápida. (Vivier, et al., 2011)

1.2.15. Trombopoyesis

La trombopoyesis es la producción de plaquetas que se realiza en la médula ósea a partir del promegacarioblasto, que es la célula precursora del megacarioblasto y que no tiene identificación morfológica particular.

Posteriormente el megacarioblasto se transforma en megacariocito que una vez maduro, en contacto con la célula endotelial de la sinusoide vascular de la médula ósea, emite largas prolongaciones citoplasmáticas, denominadas proplaquetas. (Heller, 2017)

En la fase final de la megacariocitopoyesis, una vez alcanzada la ploidía definitiva, se produce la maduración del citoplasma megacariocítico, que dará lugar, mediante el proceso de la trombocitopoyesis, a la formación y liberación de plaquetas, que dan lugar a $6-12 \times 10^3$ plaquetas. (Bermejo, 2017)

1.2.15.1. Plaquetas

Las plaquetas son partículas celulares esenciales para el normal desarrollo de la hemostasia y cumplen un rol protagónico en los desórdenes tanto trombóticos como hemorrágicos. (Bermejo, 2017)

Son células que circulan en la sangre en forma de disco biconvexo y su tiempo de vida media en sangre es de 7 a 10 días. (García & Coma, 2008)

Las plaquetas desempeñan un papel importante en la formación de un coágulo de sangre al agregarse para bloquear un vaso sanguíneo cortado y proporcionar una superficie sobre la cual los filamentos de fibrina forman un coágulo organizado, firme y permanente.

Almacenan y transportan varios productos químicos, incluidos serotonina, epinefrina, histamina y tromboxano; tras la activación, estas moléculas se liberan e inician la constricción local de los vasos sanguíneos, lo que facilita la formación de coágulos. (Agamnp & Kaizen Template, 2014)

Significancia clínica

Las plaquetas son un componente esencial de la sangre para la coagulación, facilitando la cicatrización de heridas e impidiendo hemorragias, y existen diversas causas para su reducción, entre ellas:

- Infecciones como dengue
- Uso de medicamentos como heparina
- Enfermedades relacionadas con la inmunidad como púrpura trombocitopénica
- Cáncer
- Deficiencia de hierro, ácido fólico o vitamina B12
- Quimioterapia

Valores de referencia

De 150 a 350 x 10⁶/mL. (Organización Mundial de la Salud, 2014)

1.2.16. Hemograma

Es un examen que permite evaluar y cuantificar los componentes celulares de la sangre además de otros factores relacionaos con la forma, proporción y contenido de dichos componentes; mide en un volumen de sangre específico su tamaño, número y madurez; sus anormalidades que pueden estar relacionadas con alteraciones en la producción o, con la destrucción de las células sanguíneas. (Phoenix Children's Hospital, 2017)

Este examen entrega datos sobre hematocrito (Hto), concentración de la hemoglobina (Hb), concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM), volumen corpuscular medio (VCM), recuento de eritrocitos, leucocitos y plaquetas. (Becker, 2001)

1.2.17. Formula leucocitaria

La fórmula leucocitaria permite determinar los porcentajes de las distintas clases de leucocitos normales y anormales en la sangre.

Fundamento

Se realiza mediante la preparación de un frotis de sangre previamente realizada la tinción.

La diferenciación de glóbulos blancos se realiza mediante la tinción de Wright que se fundamenta en la tinción Romanowsky.

El colorante utilizado es una solución de alcohol metílico de un colorante ácido (eosina) del 10 al 25% y otro básico (azul de metileno) del 50 al 75%, el metanol fija el frotis sanguíneo al portaobjetos, mientras que el buffer empleado rehidrata a las células después de su exposición al metanol. (Rubio, et al., 2004)

1.2.18. Alteraciones hematológicas

1.2.18.1. Anemia

La anemia es un trastorno de la sangre, afecta a personas de todas las edades, razas y grupos étnicos.

La alteración se da en los glóbulos rojos que contienen hemoglobina, proteína que permite el transporte del oxígeno hacia todo el organismo.

Se habla de anemia cuando se presenta una disminución en el número de hematíes y de la concentración de hemoglobina por debajo de los límites considerados normales, tomando en cuenta factores como sexo, edad, estado fisiológico y condiciones medioambientales. (Campuzano, 2016)

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) se define como anemia cuando:

- Hb <13g/dL en hombres mayores de 12 años
- Hb <12g/dL en mujeres o embarazadas mayores de 12 años
- Hb < 11g/dL en la mujer embarazada y niños de 5-12 años

Un descenso brusco o gradual de g/dL o más del valor de hemoglobina habitual de un paciente. (Fisterra, 2014)

1.2.18.2. Tipos de anemia

- **Anemia por deficiencia de hierro**

Su cuerpo necesita hierro para producir hemoglobina, la proteína de los glóbulos rojos que transporta el oxígeno. El hierro se obtiene principalmente de los alimentos. En ciertas situaciones durante el embarazo, en las etapas de crecimiento acelerado o cuando se ha perdido sangre el cuerpo puede tener que producir más glóbulos rojos que de costumbre. Por lo tanto necesita más hierro que de costumbre. La anemia por deficiencia de hierro se presenta si el organismo no logra obtener todo el hierro que necesita. (Departament of Health Information Center, 2011)

Grupos que corren más riesgo

Las personas que no reciben suficiente hierro a partir de los alimentos que comen. Las personas que tienen sangrado interno. Las personas que tienen ciertas enfermedades y problemas de salud, como la enfermedad de Crohn, enfermedad celíaca o insuficiencia renal. Los bebés y niños, adolescentes y las mujeres en edad de procrear. (Departament of Health Information Center, 2011)

- **Anemia perniciosa**

La vitamina B12 y el ácido fólico son necesarios para la producción de glóbulos rojos sanos. El organismo absorbe estas vitaminas de los alimentos. La anemia perniciosa se presenta si el organismo no produce suficientes glóbulos rojos porque no puede absorber suficiente vitamina B12 de los alimentos. (Departament of Health Information Center, 2011)

Grupos que corren más riesgo

Las personas que tienen problemas de salud que les impiden absorber la vitamina B12 1 Las personas que no reciben suficiente vitamina B12 en la alimentación. (Departament of Health Information Center, 2011)

- **Anemia aplásica**

El término “anemia” se refiere por lo general a una enfermedad en la que la sangre tiene menos glóbulos rojos de lo normal. Sin embargo, algunos tipos de anemia, como la anemia aplásica, pueden hacer que las cifras de otras células de la sangre también sean menores de lo normal. (Department of Health Information Center, 2011)

La anemia aplásica puede presentarse si la médula ósea ha sufrido daños y no puede producir suficientes glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas. Las causas de la anemia aplásica pueden ser adquiridas o hereditarias. (Department of Health Information Center, 2011)

Grupos que corren más riesgo

Las personas que están recibiendo radioterapia o quimioterapia, las que están expuestas a toxinas o las que toman ciertas medicinas. Las personas que tienen enfermedades o problemas de salud que causan daños en la médula ósea. (Department of Health Information Center, 2011)

- **Anemia hemolítica**

En condiciones normales, los glóbulos rojos viven cerca de 120 días. El organismo produce constantemente glóbulos rojos para reemplazar los que mueren. A veces los glóbulos rojos se destruyen antes de llegar al final del período de vida. La anemia hemolítica se presenta si el organismo no puede producir suficientes glóbulos rojos para reemplazar los que se destruyen. (Department of Health Information Center, 2011)

La anemia hemolítica adquirida se presenta si el organismo recibe la señal de destruir glóbulos rojos aunque estos sean normales. La anemia hemolítica hereditaria tiene que ver con problemas de los genes que controlan los glóbulos rojos. (Department of Health Information Center, 2011)

Grupos que corren más riesgo

Los grupos que corren el riesgo dependen de la causa y el tipo de anemia hemolítica. (Department of Health Information Center, 2011)

1.2.19. Actividad física y deporte

De acuerdo a la Organización Mundial de Salud (OMS, 2018), se considera actividad física a todo movimiento corporal que exige gasto de energía y que se produce por los músculos esqueléticos.

El ejercicio físico es una variedad de actividad física la misma que debe ser planificada, estructurada, repetitiva y realizada con el objetivo de alcanzar metas realistas, para conseguir un cuerpo sano y una vida saludable, desarrollando tareas diarias sin excesiva fatiga y con suficiente energía para disfrutar del tiempo libre y enfrentarse a necesidades imprevistas. (Gómez, 2015)

1.2.20. Fisiología del ejercicio

La fisiología del ejercicio estudia la respuesta de los órganos, aparatos y sistemas que componen el organismo humano durante el ejercicio físico, los mecanismos de regulación e integración funcional que hace posible realizar el ejercicio físico y las adaptaciones tanto estructurales y funcionales que ocasiona la realización continua de entrenamiento físico. (López, et al., 2008)

Las respuestas y adaptaciones del cuerpo humano al ejercicio varían de acuerdo a diversos factores como intensidad, duración o frecuencia de la actividad desarrollada, además de la dieta, herencia genética o factores ambientales. (McArdle, et al., 2015)

1.2.21. Alteraciones hematológicas en Deportistas

1.2.21.1. Anemia de deporte

Generalmente, la anemia del deportista suele deberse a una falta de hierro, en algunos deportistas se presentan niveles más bajos de hemoglobina, glóbulos rojos y hematocrito, debido a que el volumen plasmático de un deportista puede llegar a crecer hasta un 20%, por lo que las células sanguíneas se encuentran más diluidas, pero son suficientes y capaces de transportar oxígeno necesario. (Carreira, s.f.)

Es un mecanismo de defensa orientado a que la sangre circule con menos dificultades por el interior de los vasos.

No es necesario tratamiento ya que no es una alteración.

La incidencia de esta pseudoanemia en los deportistas no es mayor que en la población sedentaria, pero debido a la afectación en el rendimiento deportivo se detecta con más facilidad.

Las posibles causas de esta condición son:

- El ejercicio físico aumenta las necesidades de hierro.
- La absorción a nivel intestinal puede ser menor, como consecuencia del trabajo muscular intenso, aumenta la velocidad del tránsito intestinal y por tanto la absorción de hierro a nivel intestinal es menor.
- La pérdida de hierro en la población deportista es mayor que en la población sedentaria debido a: una mayor sudoración y microlesiones que genera el ejercicio físico.
- Un aporte insuficiente de nutrientes en aquellos deportistas que abusen de los hidratos de carbono.

La anemia del deportista generalmente se confunde con la anemia ferropénica que también se debe a la deficiencia de hierro, puesto que esta última se diferencia de la anterior por mantener el mismo número de eritrocitos, aunque estos son de menor tamaño. (Carreira, s.f.)

Como consecuencia, el aporte de oxígeno y eliminación de CO₂ es menor, y por tanto aumenta la carga de trabajo del corazón, aumentando la sensación de cansancio en el deportista así como la capacidad de recuperación del sobreesfuerzo. (Carreira, s.f.)

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Área de estudio

La presente investigación se llevó acabo en los deportistas de la Federación Deportiva de Chimborazo y estudiantes de la Unidad Educativa Intercultural Bilingüe “Monseñor Leónidas Proaño”, de la ciudad de Riobamba, Provincia de Chimborazo.

2.2. Muestra poblacional

En el presente trabajo de investigación se contó con una población de 101 deportistas que acuden a la Federación Deportiva de Chimborazo quienes fueron seleccionados para representar a la provincia en las competencias anuales en diferentes disciplinas (Atletismo, baloncesto, Bmx, Boxeo, Ciclismo, Escalada, Gimnasia artística, Judo, Levantamiento de pesas, Natación, Taekwando y Triatlón) y 30 estudiantes de la Unidad Educativa Intercultural Bilingüe “Monseñor Leónidas Proaño”, desde cuarto año de educación General Básica hasta tercer año de Bachillerato en edades comprendidas entre 7 y 18 años, a quienes se recogieron datos edad, sexo, peso, talla y muestras de sangre extraídas con las debidas normas de bioseguridad y con el consentimiento informado de cada representante.

2.3. Unidad/es de análisis o muestra

2.3.1. *Materiales*

Biometría hemática:

- Muestras de sangre
- Tubos tapa lila (EDTA)
- Vacutainer
- Curitas
- Capilares
- Plastilina
- Cápsula para Vacutainer
- Torniquete
- Alcohol antiséptico 70%
- Agitador
- Microcentrífuga
- Reactivo para glóbulos blancos

- Cámara de Neubauer
- Lector para hematocrito
- Puntas amarillas
- Reactivo de Wright
- Aceite de inmersión
- Pipeta para glóbulos rojos
- Microscopio
- Piano para conteo de glóbulos rojos
- Absorbedor
- Porta objetos
- Cooler
- Reactivo para glóbulos rojos

Materiales de protección:

- Guantes
- Gorro
- Mandil
- Mascarilla

2.4. Socialización

Capacitación de las alteraciones que provoca el ejercicio excesivo en el organismo a los deportistas seleccionados para las competencias anuales de la Federación Deportiva de Chimborazo y estudiantes seleccionados aleatoriamente de quinto año general básico a tercer año de bachillerato de la UEIB “Monseñor Leónidas Proaño” de Riobamba mediante:

- Charlas
- Trípticos
- Encuestas
- Consentimientos informados

2.5. Recolección de datos

Para la recolección de datos se realizó una planificación de fechas en acuerdo con los directivos de la Federación Deportiva de Chimborazo, Unidad Educativa Intercultural Bilingüe “Monseñor Leónidas Proaño” y la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo – Facultad de Ciencias - Escuela de Bioquímica y Farmacia la misma que facilitó sus instalaciones para el procesamiento de las muestras.

Para la extracción de muestra de sangre periférica y toma de medidas antropométricas de los deportistas se adecuó el dispensario médico de la Federación Deportiva de Chimborazo en la sede del coliseo Teodoro Gallegos Borja y del Estadio Olímpico de Riobamba; para los estudiantes de la Unidad Educativa Intercultural Bilingüe “Monseñor Leónidas Proaño” se adecuó un aula.

En ambas situaciones se codificaron los tubos de acuerdo al orden de llegada, se extrajo la muestra de sangre periférica y luego fue transportada en coolers hacia el laboratorio de Análisis Clínicos de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH para la realización de la biometría hemática.

2.6. Procedimientos de análisis a realizar

2.6.1. Extracción de sangre

Materiales

- Tubos tapa lila (EDTA)
- Cápsula para Vacutainer
- Vacutainer
- Aguja para Vacutainer
- Torniquete
- Curitas
- Alcohol antiséptico 70%
- Cooler

Procedimiento

La extracción de sangre se dio en un lugar previamente adecuado para lo cual se aplicó las respectivas normas de higiene.

Se colocó una nueva aguja en la cápsula para Vacutainer.

Se codificó el tubo de tapa lila (EDTA)

Al niño/a se ubicó en el asiento de manera adecuada para poder realizar la extracción de muestra de sangre, inclinando el brazo hacia abajo desde la altura del hombro.

Se aplicó el torniquete alrededor de la parte superior del brazo de 7,5 a 10cm por encima de la zona de punción.

Se indicó al paciente que haga puño la mano para que exista presión en esa zona y la vena se llene de sangre.

Se ubicó y desinfectó el sitio de punción con una torunda empapada en alcohol al 70%.

Se introdujo la aguja en la vena con el bisel hacia arriba

Se enclavó el tubo tapa lila en el interior el Vacutainer hasta obtener suficiente cantidad de muestra.

Se solicitó que suelte el puño, se retiró el torniquete y posteriormente la aguja cubriéndolo con una torunda empapada con alcohol antiséptico.

Se colocó una banda adhesiva circular (curita) en el sitio de punción.

2.6.2. *Biometría hemática*

Análisis de Hematocrito

Materiales

- Muestras de sangre con EDTA
- Capilares
- Plastilina
- Agitador
- Microcentrífuga
- Lector para hematocrito

Procedimiento

Luego de la extracción de muestras de sangre a los deportistas de la Federación Deportiva de Chimborazo y estudiantes de la Unidad Educativa Intercultural Bilingüe “Monseñor Leónidas Proaño” previamente codificados, se transportó en coolers para procesar las muestras en el laboratorio Clínico de la ESPOCH.

Se ordenó las muestras ascendentemente y se las colocó en el homogenizador durante 5 minutos.

Se tomó la muestra en capilares azules sin heparina para sangre venosa, se llenó aproximadamente 70 – 80% del capilar sin que se formen burbujas.

Se selló el extremo del capilar que no estuvo en contacto con la sangre con plastilina.

Se colocó el capilar en la microcentrífuga sobre la plataforma del cabezal, enfrentados por pares y con el extremo ocluido hacia el exterior de la plataforma.

Se centrifugó durante 5 minutos a 10000rpm.

La lectura se realizó con la ayuda de un lector para hematocrito, colocando el capilar en posición vertical sin tomar en cuenta la porción con plastilina.

Análisis de hemoglobina

El valor para este parámetro se obtuvo del producto del valor obtenido de hematocrito dividido para un factor de 3. (Forellat, et al., 2010: pp.359-361)

Eritrosedimentación.

Materiales

- Muestras de sangre con EDTA
- Capilares
- Plastilina
- Regla para hematocrito
- Cronómetro

Procedimiento

Las muestras de sangre se colocaron en el homogenizador.

Luego se tomó cada una de las muestras en capilares.

Se ocluyó con plastilina la parte del capilar que está en contacto con la sangre.

Después en una superficie plana se colocó el capilar de forma vertical a temperatura ambiente.

Se evitó movimientos, vibraciones y corrientes de aire.

Se esperó durante 60 minutos exactos.

Luego se realizó la lectura con ayuda de un lector.

Conteo de glóbulos rojos o determinación de eritrocitos.

Materiales

- Muestras de sangre con EDTA
- Tubos tapa lila (EDTA)
- Pipeta para glóbulos rojos
- Absorbedor
- Cámara de Neubauer
- Reactivo de Hayem
- Microscopio
- Agitador
- Algodón

Procedimiento

Las muestras se homogenizaron durante 5 minutos, después con un absorbedor y la ayuda de la pipeta para glóbulos rojos se aspiró la sangre hasta la señal de 0,5.

Con la ayuda de una torunda se limpió la sangre de la pipeta y se aspiró el reactivo de Hayem hasta a señal de 101.

Seguidamente se homogenizó la pipeta para glóbulos rojos durante 2 minutos.

Después se desechó las primeras 3 gotas de la pipeta y la cuarta gota se la colocó entre la cámara y el cubre objetos por uno de los bordes de la cámara para que penetre por capilaridad.

Se verifico que no existan burbujas para un mejor conteo de glóbulos rojos y se dejó reposar por unos minutos para que las células sedimenten.

Se procedió a contar en el microscopio con el lente de 40x.

Determinación de índices eritrocitarios

La determinación se realizó a partir del recuento de glóbulos rojos, concentración de hemoglobina y hematocrito mediante cálculos operacionales, donde obtuvimos:

- El VCM (Volumen Corpuscular Medio) se expresa en femtolitros (fl. ó 10E-15L), se utilizó la siguiente fórmula:

$$VCM = \frac{\text{Hematocrito (\%)} \times 10}{\text{número de eritrocitos (millones } mm^3 \text{ sangre)}}$$

- La HCM (Hemoglobina Corpuscular Media), se expresa en picogramos, se calculó mediante la fórmula:

$$HCM = \frac{\text{Hemoglobina } \left(\frac{g}{100mL} \right) \times 10}{\text{número de eritrocitos (millones } mm^3 \text{ sangre)}}$$

- La CHCM (Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media) se calculó mediante la fórmula que se expresa como gramos de hemoglobina por 100mL:

$$CHCM = \frac{\text{Hemoglobina } \left(\frac{g}{100mL} \right) \times 100}{\text{Hematocrito (\%)}}$$

Conteo de glóbulos blancos o determinación de leucocitos.

Materiales

- Muestras de sangre con EDTA
- Tubos tapa lila (EDTA)
- Tubo de vidrio

- Puntas amarillas
- Pipeta volumétrica
- Cámara de Neubauer
- Líquido de Turk
- Microscopio
- Agitador
- Algodón

Procedimiento

Se codificó un tubo de vidrio, se añadió 0.38 mL de líquido de Turk más 20 microlitros de sangre con anticoagulante EDTA, se mezcló suavemente y se dejó reposar por unos segundos.

Se agitó fuertemente la mezcla hasta que se formen burbujas y con la ayuda de una pipeta se procedió a llenar por capilaridad la cámara de Neubauer completamente.

Durante 5 minutos se dejó reposar para que los leucocitos sedimenten.

Con la ayuda del microscopio se procedió a enfocar con el lente de 10X, con el lente de 20X para observar la distribución de los leucocitos y seguido con el de 40X para contabilizarlos.

Extendido de sangre

Materiales

- Muestras de sangre con EDTA
- Homogeneizador
- Cubreobjetos
- Portaobjetos
- Lápiz

Procedimiento

Se homogenizaron las diferentes muestras de sangre contenidas en los tubos con anticoagulante (EDTA).

Con la ayuda de un lápiz se codificaron los portaobjetos en un extremo.

Se colocó una gota de sangre a 0,5 centímetros sobre el extremo del portaobjetos limpio y con la ayuda de otro portaobjetos se la extendió sobre la superficie a un ángulo de 30° a 45° del portaobjetos y se llevó hacia atrás hasta tocar la gota de sangre para que se esparza en todo el ancho del portaobjetos.

Luego se empujó con rapidez y suavidad hacia adelante hasta el final del portaobjetos para crear el extendido y después se los dejó secar al aire.

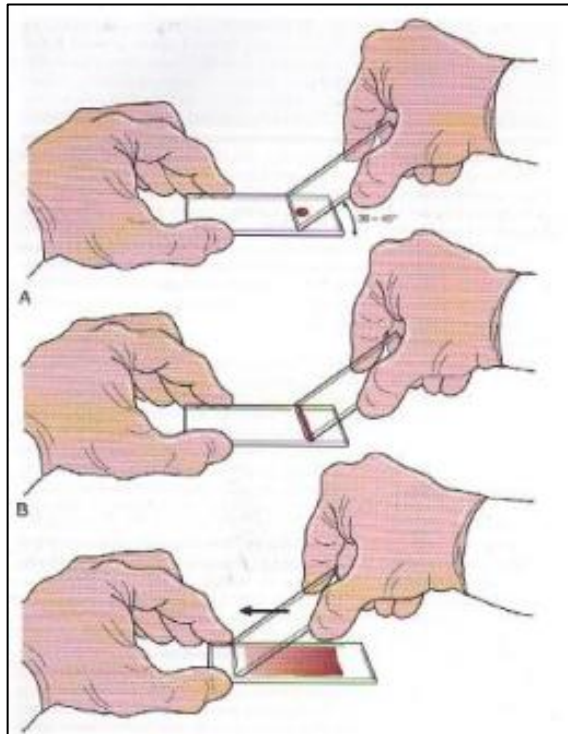


Figura 1-2: Del método para extendido de sangre

Fuente: (Carr & Rodak, 2010, pp.18)

Tinción Wright

Materiales

- Placas de muestras de sangre secas
- Reactivo de Wright
- Agua destilada (amortiguador)
- Rejilla para portaobjetos
- Agua potable

Procedimiento

Se cubrió por completo el portaobjetos con el reactivo de Wright. Luego de tres minutos se agregó la misma cantidad de amortiguador, soplando con suavidad hasta obtener una mezcla uniforme dando lugar a un resplandor verde metálico.

Pasado cinco minutos se enjuagó la placa con agua potable; primero dejando salir el agua con mucha lentitud y luego con más fuerza para que el exceso del tinte fuese completamente eliminado.

Se dejó secar los portaobjetos al aire colocando los portaobjetos en posición vertical en una rejilla para portaobjetos.

Fórmula leucocitaria

Materiales

- Placas con tinción Wright
- Microscopio
- Aceite de inmersión

Procedimiento

Después de haber realizado la extensión con sangre fresca.

Se dejó secar la extensión.

Se procedió a realizar la tinción Wright ara poder observar y cuantificar los leucocitos.

Se dejó secar al aire la placa por unos minutos.

Se añadió a la extensión aceite de inmersión y se observó al microscopio con lente de 100X.

Se procedió a cuantificar e identificar cada tipo de leucocitos: neutrófilos, linfocitos, monocitos, basófilo y eosinófilos.

2.7. Análisis estadístico de datos

El análisis estadístico tanto para la evaluación de las encuestas como para el análisis de los resultados de biometría hemática se registraron bajo una codificación numérica de cada uno de los parámetros en una base de datos en el programa estadístico Excel.

Posteriormente se estableció la correlación entre deportistas y estudiantes mediante análisis estadístico utilizando la prueba t de Student par dos poblaciones suponiendo varianzas desiguales.

CAPÍTULO III

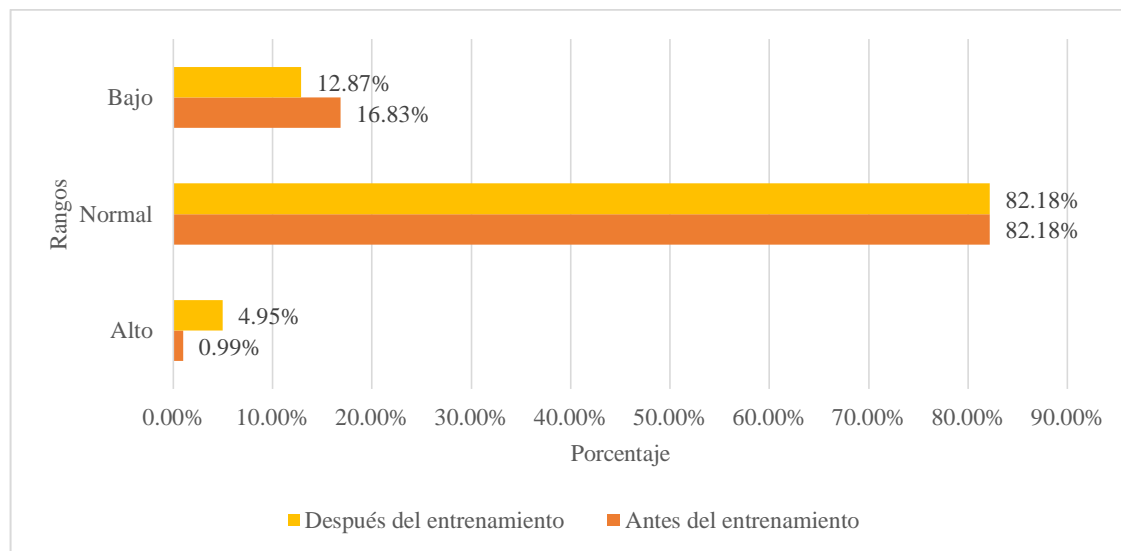
3. MARCO DE RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 Análisis de resultados

Tabla 1-3: Determinación de número de eritrocitos antes y después del entrenamiento en los deportistas que acuden a FDCH de la ciudad de Riobamba, 2018.

Rangos	Antes del entrenamiento	Porcentaje (%)	Después del entrenamiento	Porcentaje (%)
Bajo $< 4.7 \times 10^6 \text{ mm}^3$	17	16.83	13	12.87
Normal $4.7 - 5.5 \times 10^6 \text{ mm}^3$	83	82.18	83	82.18
Alto $> 5.5 \times 10^6 \text{ mm}^3$	1	0.99	5	4.95
Total	101	100	101	100

Realizado por: Miriam Bagua, 2018



Gráfica 1-3: Distribución porcentual del número de eritrocitos antes y después del entrenamiento en los deportistas que acuden a la Federación Deportiva de Chimborazo de la ciudad de Riobamba, 2018

Realizado por: Miriam Bagua, 2018

Análisis

Del total de muestras analizadas mediante el análisis hematológico a los deportistas de la FDCH antes de realizar ejercicio físico el 16.83% presentan valores disminuidos respecto a los valores de referencia para el recuento de glóbulos rojos, el 82.18% se encuentran dentro de los valores de referencia normales y un 0.99% presenta valor elevado; luego del entrenamiento el 12.87%

presentan valores bajos, el 82.18% normales y el 4.95% valores altos; estos últimos se deben al aumento en la producción de hemoglobina, además del requerimiento de más oxígeno como resultado de la adaptación que el organismo realiza para compensar el desgaste metabólico provocado por el ejercicio físico. (Domínguez, 2013), estos resultados son similares a los obtenidos por (Castillo, 2013) dado que los deportistas sufrieron un aumento de 18.8% pre entrenamiento a 21.9% post entrenamiento respecto al conteo de glóbulos rojos produciendo una variación significativa en los miembros del Club de Andinismo “Los Halcones” sobrepasando los límites de rango normal para este parámetro.

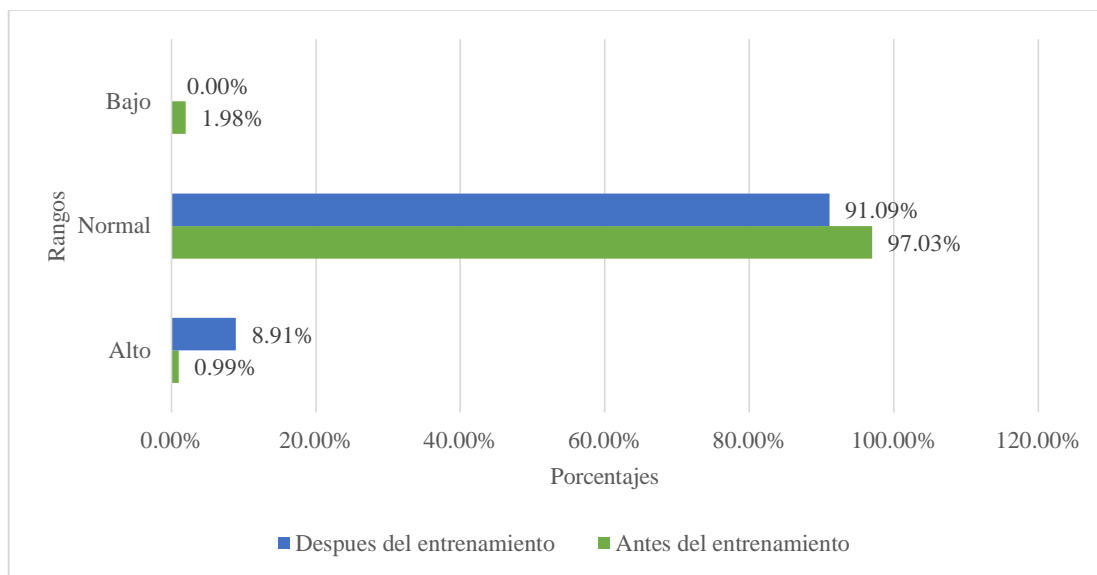
Los resultados de valores disminuidos post entrenamiento concuerdan con los obtenidos en el estudio realizado en atletas en España por (Legaz, 2000) donde deportistas luego de haber realizado entrenamiento aeróbico de larga duración presentaron valores bajos de eritrocitos como consecuencia de la expansión del volumen plasmático, que podría originar una anemia hemodilucional o pseudoanemia; sin embargo la disminución también se debe al ejercicio físico intenso y prolongado el cual provoca disminuciones en el número de hematíes entre un 12% y 30% del total. Estos descensos son transitorios y se debe a una destrucción aumentada de los hematíes que luego se repone en el estado de reposo. (López & Fernández, 2008)

El estrés del ejercicio y el aumento de adrenalina aumentan la fragilidad de la membrana del hematíe, además el incremento de la velocidad en la circulación sanguínea provoca un choque entre los eritrocitos suponiendo una destrucción acelerada, haciendo que estos pasen más veces por el bazo aumentando así la probabilidad de destrucción. (Legaz, 2000)

Tabla 2-3: Determinación de hematocrito antes y después del entrenamiento en los deportistas que acuden a la FDCH de la ciudad de Riobamba, 2018.

Rangos	Antes del entrenamiento	Porcentaje (%)	Después del entrenamiento	Porcentaje (%)
Bajo: H: < 42% M: <36%	2	1.98	0	0
Normal H: 42 – 52% M: 36-45%	98	97.03	92	91.09
Alto: H: > 52% M: > 45%	1	0.99	9	8.91
Total	101	100	101	100

Realizado por: Miriam Bagua, 2018



Gráfica 2-3: Distribución porcentual de hematocrito antes y después del entrenamiento en los deportistas que acuden a la Federación Deportiva de Chimborazo de la ciudad de Riobamba, 2018

Realizado por: Miriam Bagua, 2018

Análisis

De los datos obtenidos en este estudio se determinó que antes del entrenamiento físico 1,98% de los deportistas presentaron valores bajos de hematocrito, el 97.03% valores normales y 0.99% valores elevados; luego de realizar ejercicio físico ningún deportista presentó valor disminuido, el 91.09% presentó valores dentro de los rangos normales y el 8.91% valores altos; esta condición se debería a la producción de eritropoyetina por parte del riñón para fabricar más glóbulos rojos y poder transportar más oxígeno compensando así la deficiencia del mismo, provocando una hemoconcentración sanguínea post ejercicio, seguida de una sobre expansión o hemodilución del volumen plasmático que se presenta generalmente en las tres horas siguientes al ejercicio. (Orrego, 2013)

Los resultados son similares a los obtenidos en el trabajo de investigación titulado Determinación de electrolitos, glucosa, hematocrito pre y post entrenamiento en la División Formativa sub 12 y sub 14 del Club Deportivo Mushuc Runa S.C. y su relación con el tiempo de actividad física, en el cual los resultados pre entrenamiento de los deportistas para hematocrito presentaron valores normales y post entrenamiento los valores sufrieron un ligero aumento de 1.6% como consecuencia directa de la deshidratación ocasionada por la sudoración durante la actividad física. (Yanchatuña, 2017)

Tabla 3-3: Determinación de hemoglobina antes y después del entrenamiento en los deportistas que acuden a la FDCH de la ciudad de Riobamba, 2018.

Rangos	Antes del entrenamiento	Porcentaje (%)	Después del entrenamiento	Porcentaje (%)
Bajo: H: < 13,5 g/dL M: < 12,0 g/dL	2	1.98	0	0
Normal: H: 13,5 – 16,5 g/dL M: 12,0 – 15,0 g/dL	79	78.22	74	73.27
Alto: H: > 16,5 g/dL M: > 15,0 g/dL	20	19.80	27	26.73
Total	101	100	101	100

Realizado por: Miriam Bagua, 2018

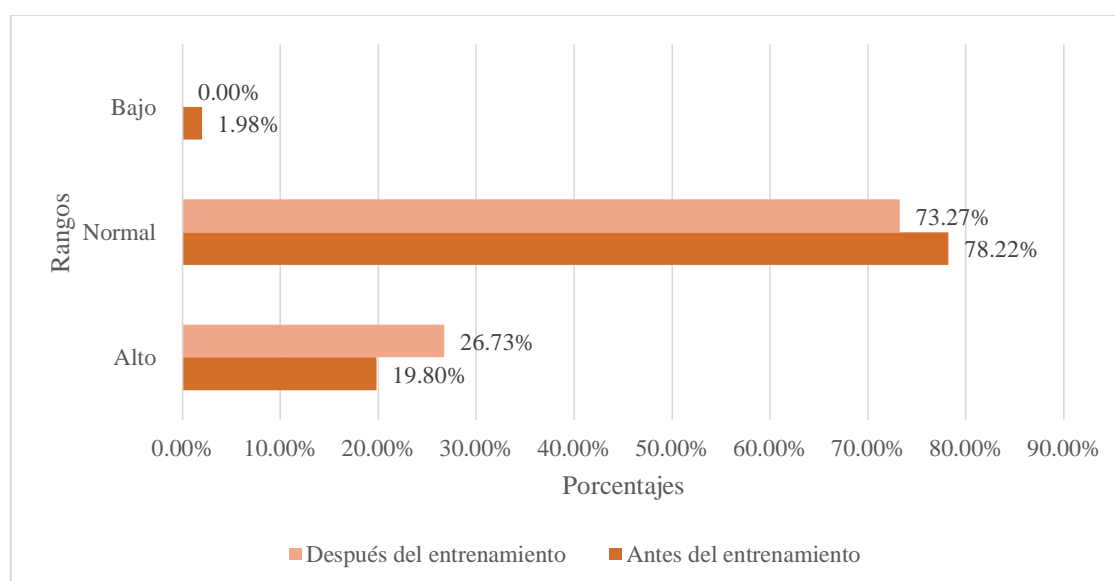


Gráfico 3-3: Distribución porcentual de hemoglobina antes y después del entrenamiento en los deportistas que acuden a la Federación Deportiva de Chimborazo de la ciudad de Riobamba, 2018

Realizado por: Miriam Bagua, 2018

Análisis

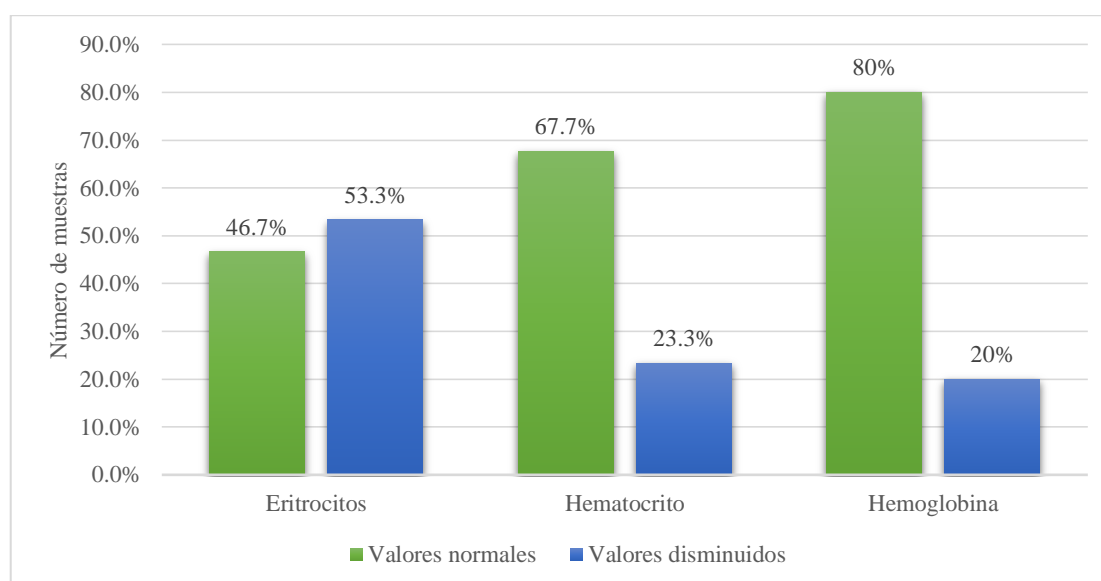
Respecto a la determinación de hemoglobina en deportistas de la FDCH antes del entrenamiento el 1.98% presentaron valores disminuidos y post ejercicio este rango no se reportó, valores normales pre entrenamiento se presentaron 78.22% y post 73.27%, valores altos antes del entrenamiento se reportaron 19.80% y después 26.73%, estos últimos se deberían a la hemoconcentración que transporta el oxígeno en la sangre producto de la deshidratación que sufre el organismo al realizar ejercicio físico principalmente en los que requieren más gasto energético. (Aymard, et al., 2013) Comparando los resultados con la investigación realizada por (Castillo,

2013) a los miembros del club de andinismo “Los Halcones” se encontró que el ejercicio físico provoca un aumento en el recuento de hemoglobina siendo las causas posibles: vivir en una altitud elevada, deshidratación, vómitos excesivos y policitemia vera.

Tabla 4-3: Índices eritrocitarios para determinar anemia según valores disminuidos

Alternativa	Número de muestras	Valores normales	Porcentaje (%)	Valores disminuidos	Porcentaje (%)
Eritrocitos	30	14	46.66	16	53.33
Hematocrito	30	23	76.66	7	23.33
Hemoglobina	30	24	80.00	6	20.00

Realizado por: Miriam Bagua, 2018



Gráfica 4-3: Distribución de índices eritrocitarios para determinar anemia según valores disminuidos en los estudiantes de la UEIB Monseñor Leónidas Proaño de la ciudad de Riobamba, 2018.

Realizado por: Miriam Bagua, 2018

Análisis

En los resultados obtenidos a partir del examen hematológico realizado a los estudiantes de la UEIB Monseñor Leónidas Proaño los datos demuestran que dieciséis (53.33%) presentaron valores disminuidos de eritrocitos, en el caso de hematocrito siete estudiantes es decir 23.33% presentaron valores bajos, y para la hemoglobina se presentaron seis casos (20.00%) de valores disminuidos. Lo que se deduce en un estudio realizado en Chile que cuando los valores de hematocrito (Hto) y hemoglobina (Hb) están disminuidos se habla de anemia, disminución en la velocidad de crecimiento, alteración conductual; las causas de un conteo de glóbulos rojos bajos incluyen trauma y destrucción de los mismos, considerando así la principal causa de esta

deficiencia se deba al aumento de requerimientos nutricionales de hierro en relación con el crecimiento durante la etapa de desarrollo del niño y adolescente. (Becker R, et al. 2010 pp.2-3)

Análisis estadístico

Tabla 5-3: Correlación de número de Eritrocitos entre deportistas que acuden a la FDCH y estudiantes de la UEIB Monseñor Leónidas Proaño de la ciudad de Riobamba, 2018 mediante prueba t de student para dos muestras suponiendo varianzas desiguales.

	Deportistas	Estudiantes
Media	4.91881188	4.39666667
Varianza	0.13714257	0.29274713
Observaciones	101	30
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	37	
Estadístico t	4.95239614	
P(T<=t) una cola	8.17E-06	
Valor crítico de t (una cola)	1.68709362	
P(T<=t) dos colas	1.634E-05	
Valor crítico de t (dos colas)	2.02619246	

Realizado por: Miriam Bagua, 2018

Planteamiento de hipótesis:

Ho: No existe diferencia significativa entre deportistas y estudiantes para el número de eritrocitos si P es mayor o igual a 0.05 ($p \geq 0,05$).

Hi: Existe diferencia significativa entre deportistas y estudiantes para el número de eritrocitos si P es menor a 0.05 ($p < 0,05$).

Decisión:

En la tabla 5-3 mediante la prueba t de student para dos muestras suponiendo varianzas desiguales se estableció la correlación entre los deportistas que acuden a la FDCH y estudiantes de la UEIB Monseñor Leónidas Proaño para número de eritrocitos, lográndose determinar que si existe diferencia significativa dado que el valor de P es menor a 0,05 por lo que se acepta Hi y se atribuye que el ejercicio físico influye en el número de glóbulos rojos. Este valor se relaciona con la media obtenida para los estudiantes que es menor respecto al rango de valores normales a diferencia de los deportistas cuya media es de 4.94×10^6 , estos resultados se deben a los cambios

fisiológicos producidos por el organismo para adaptarse al ejercicio físico constante al que están sometidos los deportistas, dado que frente a una actividad física intensa el cuerpo consume más oxígeno y produce más dióxido de carbono, haciendo que también se acelere la circulación para que el oxígeno llegue a los músculos y así mantener el movimiento, aumentando así la concentración de hemoglobina y por lo tanto de hemáties.

Tabla 6-3: Correlación de Hematocrito entre deportistas que acuden a la FDCH y estudiantes de la UEIB Monseñor Leónidas Proaño de la ciudad de Riobamba, 2018 mediante prueba t de student para dos muestras suponiendo varianzas desiguales.

	Deportistas	Estudiantes
Media	46.2254902	40.9666667
Varianza	13.720928	29.2747126
Observaciones	101	30
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	37	
Estadístico t	4.99068415	
P(T<=t) una cola	7.259E-06	
Valor crítico de t (una cola)	1.68709362	
P(T<=t) dos colas	1.4518E-05	
Valor crítico de t (dos colas)	2.02619246	

Realizado por: Miriam Bagua, 2018

Planteamiento de hipótesis

Ho: No existe diferencia significativa entre deportistas y estudiantes para hematocrito si P es mayor o igual a 0.05 ($p \geq 0,05$).

Hi: Existe diferencia significativa entre deportistas y estudiantes para hematocrito si P es menor a 0.05 ($p < 0,05$).

Decisión:

Mediante la prueba t de Student para dos muestras suponiendo varianzas desiguales para hematocrito, entre los deportistas que acuden a la FDCH y estudiantes de la UEIB “Monseñor Leónidas Proaño” se determinó que existe diferencia significativa dado que el valor de P es menor a 0,05 por lo que se rechaza la Ho y se acepta la Hi; es decir que el ejercicio físico provoca cambios en el porcentaje de hematocrito, además la media obtenida para los deportistas es mayor a la de los estudiantes dentro de los rangos de referencia para este parámetro, esto se debe a que el ejercicio físico permanente produce adaptaciones a nivel sanguíneo generalmente en personas

que viven en alturas mayores a los 2000 m. s. n. m en quienes el valor de hematocrito aumenta para adaptarse a la baja de la presión parcial atmosférica, estimulando así producción de eritropoyetina, hormona encargada de producir nuevos hematíes. El valor de hematocrito también difiere entre los grupos de investigación por la alimentación principalmente en los deportistas que en su mayoría consumen proteína y vegetales para generar un mejor rendimiento al igual que el grado de deshidratación que en los deportistas es mayor al someterse constantemente a actividad física intensa.

Tabla 7-3: Correlación de Hemoglobina entre deportistas que acuden a la FDCH y estudiantes de la UEIB Monseñor Leónidas Proaño de la ciudad de Riobamba, 2018 mediante prueba t de student para dos muestras suponiendo varianzas desiguales.

	Deportistas	Estudiantes
Media	15.3960396	13.6555556
Varianza	1.52380638	3.25274585
Observaciones	101	30
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	37	
Estadístico t	4.95239614	
P(T<=t) una cola	8.17E-06	
Valor crítico de t (una cola)	1.68709362	
P(T<=t) dos colas	1.634E-05	
Valor crítico de t (dos colas)	2.02619246	

Realizado por: Miriam Bagua, 2018

Planteamiento de hipótesis:

H₀: No existe diferencia significativa entre deportistas y estudiantes para hemoglobina si P es mayor o igual a 0.05 ($p \geq 0,05$).

H_i: Existe diferencia significativa entre deportistas y estudiantes para hemoglobina si P es menor a 0.05 ($p < 0,05$).

Decisión:

En la tabla 7-3 mediante la prueba t de student para dos muestras suponiendo varianzas desiguales se estableció la correlación de hemoglobina entre los deportistas que acuden a la FDCH y estudiantes de la UEIB Monseñor Leónidas Proaño, obteniéndose un valor de P menor a 0,05 por lo que se rechaza la H₀ y se acepta la H_i; es decir que existe diferencia significativa entre deportistas y estudiantes para concentración de hemoglobina, esto se evidencia con la medias

obtenidas que se hallan dentro de los rangos normales de referencia, dado que este parámetro varía dependiendo de las horas de ayuno, el sitio de obtención de la muestra, la técnica de medición, la dieta, la actividad física, el estado de hidratación, la altura sobre el nivel del mar donde se encuentre la persona, factores genéticos, la edad y el género; siendo este parámetro fundamental para la determinación de casos de anemia.

Tabla 8-3: Correlación de Velocidad de Sedimentación Globular (VSG) entre deportistas que acuden a la FDCH y estudiantes de la UEIB Monseñor Leónidas Proaño de la ciudad de Riobamba, 2018 mediante prueba t de student para dos muestras suponiendo varianzas desiguales.

	Deportistas	Estudiantes
Media	5.46534653	8.23333333
Varianza	8.39128713	19.7712644
Observaciones	101	30
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	37	
Estadístico t	-3.21311092	
P(T<=t) una cola	0.00136023	
Valor crítico de t (una cola)	1.68709362	
P(T<=t) dos colas	0.00272046	
Valor crítico de t (dos colas)	2.02619246	

Realizado por: Miriam Bagua, 2018

Planteamiento de hipótesis:

Ho: No existe diferencia significativa entre deportistas y estudiantes para VSG si P es mayor o igual a 0.05 ($p \geq 0,05$).

Hi: Existe diferencia significativa entre deportistas y estudiantes para VSG si P es menor a 0.05 ($p < 0,05$).

De acuerdo al valor obtenido en la tabla 8-3 mediante la prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales para VSG entre los deportistas que acuden a la FDCH y estudiantes de la UEIB Monseñor Leónidas Proaño, se determinó que existe diferencia significativa dado que el valor de P es menor a 0,05 por lo que se rechaza la Ho y se acepta la Hi; es decir que la actividad física influye en la Velocidad de Sedimentación Globular; sin embargo los valores reportados en deportistas fueron ligeramente elevados sin ser mayores a los de referencia al igual que los estudiantes, datos que concuerdan con las medias obtenidas para los dos grupos, cabe recalcar que el VSG es una prueba altamente inespecífica, ya que depende de factores como: tamaño y

número de hematíes, edad, entre otros; sin embargo, en la valoración de los deportistas se debe tomar en cuenta que un individuo con una VSG elevada de manera continua puede ser resultado de alguna enfermedad, por lo que no generó una significancia en los resultados.

CONCLUSIONES

- En la biometría hemática realizada a los 101 deportistas seleccionados para las competencias Pre-juveniles que pertenecen a la Federación Deportiva de Chimborazo pre y post entrenamiento se determinó que la actividad física provoca cambios en el perfil hematológico, puesto que valores elevados de eritrocitos antes del ejercicio presentó solo una persona (0.99%) y después de una hora de entrenamiento fueron cinco deportistas (4.95%) que los reportaron; en el parámetro hematocrito el porcentaje antes del ejercicio fue de 97.03% y después este disminuyó a 91.09% dado que se reportaron nueve casos de valores altos; también se determinó que la hemoglobina disminuye de 78.22% a 73.27% pre y post entrenamiento respectivamente por haber aumentado el número de personas con valores altos de 20 (19.80%) a 27 (26.73%). De lo que se pudo concluir que el ejercicio físico ocasiona cambios a nivel sanguíneo para adaptarse temporalmente al gasto energético provocado por la actividad física aumentando la masa eritrocitaria.
- Mediante el análisis de biometría hemática se correlacionó los perfiles hematológicos entre 101 deportistas de la Federación Deportiva de Chimborazo y 30 estudiantes escogidos aleatoriamente de la Unidad Educativa Intercultural Bilingüe “Monseñor Leónidas Proaño” de la ciudad de Riobamba, determinándose que el ejercicio físico influye en la fisiología del organismo provocando una hemoconcentración y por lo tanto los valores para los parámetros de eritrocitos, hematocrito, hemoglobina y velocidad de sedimentación globular aumentan, sin ser estos considerados patológicos por lo que es necesario obtener valores de referencia basados a la realidad del deportista.
- Los resultados obtenidos en la biometría hemática para los parámetros de eritrocitos, hematocrito, hemoglobina y volumen de sedimentación globular se relacionó entre deportistas y estudiantes llegando a la conclusión que el ejercicio físico provoca determinados cambios en el perfil hematológico los cuales se deben al constante sometimiento de los deportista a actividad física, además de influir la disciplina deportiva, alimentación, hidratación y edad.
- Se identificó que existe variabilidad en los resultados para los parámetros de eritrocitos, hematocrito y hemoglobina entre deportistas y estudiantes dado que la mayoría de estudiantes presentaron valores disminuidos a los de referencia; en cambio mayor población de deportistas reportaron valores dentro de los rangos normales esto se atribuye a que el ejercicio físico provoca cambios en el volumen sanguíneo y en la concentración

de hemoglobina que influyen en la circulación central y en el gasto cardíaco para aumentar el consumo máximo de oxígeno.

- La práctica de ejercicio físico provoca una expansión del volumen plasmático como resultado de la pérdida de fluidos, por lo que las alteraciones que los deportistas pueden presentar dependen de la intensidad, duración y esfuerzo que se utilice, así como la alimentación y estilo de vida que practiquen cada uno de ellos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar periódicamente evaluaciones médicas a los deportistas de la Federación Deportiva de Chimborazo para controlar el estado de salud a fin de conocer situaciones que limiten el entrenamiento, competencias o riesgos médicos optimizando también su rendimiento.
- Impartir charlas acerca de los daños que puede producir el exceso de ejercicio físico en los deportistas para evitar daños que afecten a la salud y rendimiento.
- Se recomienda establecer valores de referencia para deportistas acorde a nuestras condiciones ambientales.

BIBLIOGRAFÍA

Argüelles, R. *Fundamentos de Hematología*. 4ª ed. México D.F. México: Editorial Médica Panamericana. 2009. pp.46-49

AEDN., "CHCM". [en línea]. 2017. [Consulta: 24 marzo 2018] Disponible en: <https://www.aedn.es/chcm-bajo/>.

Beltrán, V., et. al. Actividad física y sedentarismo en adolescentes de la comunidad valenciana. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 12 (2012), (45) pp. 122-137.

Bermejo, E., "Plaquetas". *Hematología*, [en línea] 2017. 21 (Extraordinario), pp. 10-18. [Consulta: 10 agosto 2017] Disponible en: <http://www.sah.org.ar/revista/numeros/vol21/extra/06-Vol%2021-extra.pdf>

Biblioteca Nacional de Medicina de los EE. UU., *Conteo de glóbulos rojos*. [en línea]. 2016. Consulta: 23 abril 2018]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003644.htm>

Bonilla Briceño, J. F., *Respuesta hematológica al ejercicio*. [En línea] 2005. [Consulta: 10 de marzo 2018] Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/recis/v3n2/v3n2a9.pdf>

Cambero, S. & Echavé, J., *Manual de prácticas de laboratorio "Biometría hemática"*. [en línea] 2012. [Consulta: 14 abril 2018]. Disponible en: <http://www.plerus.ac.cr/docs/manual-de-practicas-biometrica-hermatica.pdf>

Campuzano, G., *Anemia Un signo, no una enfermedad*. [en línea] 2016. [Consulta: 12 mayo 2018]. Disponible en: <https://lch.co/wp-content/uploads/2016/10/PP-anemia-2016-web.pdf>

Carr, J. & Rodak, B., *Atlas de Hematología Clínica*. 3ªed. Buenos Aires-Argentina: Editorial Médica Panamericana. 2017. pp. 233-235

Carreira, M., *La anemia del deportista*. [en línea] 2016. [Consulta: 12 mayo 2018] Disponible en: <https://www.salud.mapfre.es/cuerpo-y-mente/deporte-y-salud/la-anemia-del-deportista/>

Castillo, T., *Cambios hematológicos en relación con la altura en los miembros del club de Andinismo, “Los Halcones” de la ciudad de Riobamba en el período Julio a Noviembre 2013,* Ambato.(tesis) 2013. pp. 54-56

Chávez, M., et. al. *Biometría hemática en el control médico del entrenamiento de deportistas cubanos de alto rendimiento.* [en línea] 2015. [Consulta: 13 mayo 2018] Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-2892015000100005&script=sci_arttext&tlng=en

Chicharro, J., *Fisiología del deporte.* [en línea] 2010. [Consulta: 20 abril 2018] Disponible en: <http://media.axon.es/pdf/67960.pdf>

Department of Health Information Center., *Guía breve sobre la anemia.* [en línea] 2011. Consulta: 13 mayo 2018] Disponible en: https://www.nhlbi.nih.gov/files/docs/public/blood/anemia-inbrief_yg_sp.pdf

Domínguez, R., “Hemólisis en el Deporte: Una Revisión Bibliográfica”. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 27, 1, (2013), pp. 1-4.

Eberl, M. & Davey, M., *Neutrófilos.* [en línea] 2016. [Consulta: 24 marzo 2018] Disponible en: <http://inmunologia.eu/celulas-inmunologia-en-un-mordisco/neutrofilos>

European Lung Foundation., *Los pulmones y el ejercicio.* [en línea] 2018. [Consulta: 14 marzo 2018] Disponible en: <http://www.europeanlung.org/assets/files/es/publications/lungs-and-exercise-es.pdf>

Federación Deportiva de Chimborazo., *Deporte y disciplina.* [en línea] 2016. [Consulta: 26 febrero 2018] Disponible en: <http://www.fedechimborazo.org/Historia/>

Fisterra., *Anemias.* [en línea] 2014. [Consulta: 13 mayo 2018] Disponible en: <http://www.aefa.es/wp-content/uploads/2014/04/Anemias.pdf>

Forrellat, M., et. al. *¿Se cumple siempre la relación hemoglobina-hematocrito?.* [en línea] 2010. [Consulta: 27 marzo 2018] Disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/hih/vol26_4_10/hih12410.htm

Fuentes, X., et. al. *Bioquímica clínica y Patología molecular*. 2da ed. Barcelona-España: Editorial Reverté, S. A. 1998. pp. 23-25

Gabica, M., et. al. *Velocidad de Eritrosedimentación (VES)*. [en línea] 2017. [Consulta: 23 marzo 2018]. Disponible en: <https://www.northshore.org/healthresources/encyclopedia/encyclopedia.aspx?DocumentHwid=hw43353&Lang=es-us>

García, B., et. al. *Técnica de análisis hematológicos*. Madrid-España: Ediciones Paraninfo 2015. pp. 24-27

García, M. & Coma, C., *Características estructurales y funcionales de las plaquetas*. [en línea] 2008. [Consulta: 22 octubre 2017] Disponible en http://bvs.sld.cu/revistas/ang/vol1_2_00/ang08200.htm

Gómez, F., *Caracterización de los Niveles de Actividad Física en Estudiantes Universitarios: Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara*. [en línea] 2015. [Consulta: 10 junio 2018] Disponible en: http://bdigital.ces.edu.co:8080/repositorio/bitstream/10946/1436/2/Caraterizacion_niveles_actividad.pdf

González, T., *Laboratorio clínico y nutrición*. México D.F- México: Editorial El Manual Moderno 2012. pp. 202-206

Gonzales, M., *Comparación de parámetros hematológicos entre atletas y sedentarios del estado Zulia* [en línea] 2014. [Consulta: 04 agosto 2017] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/307860745_COMPARACION_DE_PARAMETROS_HEMATOIOMICOS_ENTRE_ATLETAS_Y_SEDENTARIOS_DEL_ESTADO_ZULIA

Heller, P., Megacariocitopoyesis y trombopoyesis. *Hematología*, 21 (Extraordinario) 2017. pp. 7-9.

Hematocrito org., *Hematocrito alto*. [en línea] 2018. [Consulta: 25 marzo 2018] Disponible en: <http://hematocrito.org/alto/>

Hurtado, R., et. al. “Semiología de la citometría hemática”. *Revista de la Facultad de la UNAM*, 53, 4, (2010), México. pp. 36-43.

Jaime, J. C., *Eritrosedimentación*. [en línea] 2018.[Consulta: 01 abril 2018] Disponible en: <http://www.sld.cu/sitios/hematologia/temas.php?idv=20808>

Láñez, E., *Células del sistema inmune*. [en línea] 2014. [Consulta: 10 mayo 2018] Disponible en: http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/histologia/sistema_inmunitario.pdf

Legaz, A., “Atletismo español”. Análisis Básico de la Pseudoanemia, Anemias ferropénica y Anemia Megaloblástica”. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 1, 1, (2000), España. pp. 65-83.

López, J. & Fernández, A., *Fisiología del ejercicio*. 3ra ed. Buenos Aires-Argentina: Editorial Médica Panamericana 2008. pp. 35-38

López, J., et. al. *Fisiología clínica del ejercicio*. Madrid-España: Editorial Médica Panamericana S. A. 2008. pp. 45-48

López, S., *La biometría hemática*. [en línea] 2016. [Consulta: 15 mayo 2018] Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-23912016000400246

Lozano, L., *Salud*. [En línea] 2016. [Consulta: 20 abril 2018] Disponible en: <https://www.deperu.com/salud/actividad-fisica-para-mejorar-la-calidad-de-vida-de-las-personas-1160>

Male, D., et. al. *Inmunología*. 7ma ed. Madrid-España: Editorial Elsevier 2007. pp. 47-49

Márquez, S. & De la Vega, R., *La adicción al ejercicio un trastorno emergente de la conducta*. 31, 6, (2015), pp. 284-285.

Mauri, C. & Bosma, A., *Linfocitos B*. [en línea] 2012. [Consulta 10 mayo 2018] Disponible en: <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev-immunol-020711-074934>

Mayani, H. et. al. *Hematopoyesis*. [en línea] 2010. [Consulta: 15 octubre 2017] Disponible en: <http://incan-mexico.org/revistainvestiga/elementos/documentosPortada/1193426538.pdf>

Medline Plus., *Conteo Sanguíneo Completo*. [en línea] 2014. [Consulta: 12 abril 2018] Disponible en: <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/003642.htm>.

Méndez, M. S., *Valores de referencia hemáticos y bioquímicos en deportistas de tiempo y marca de la categoría Prejuvenil de la Federación Deportiva del Azuay. Cuenca - Ecuador 2013* [en línea] 2014. [Consulta: 22 febrero 2018] Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/7681>

Miale, J., *Hematología: medicina de laboratorio.* 10ma ed. Madrid-España: Editorial Reverté 2000. pp.

Ministerio del Deporte., *Ecuador Ejercítate activa las 24 provincias del país.* [en línea] 2018. [Consulta: 22 julio 2018] Disponible en: <https://www.deporte.gob.ec/ecuador-ejercitate-activa-las-24-provincias-del-pais/>

Moreno, J., *Sangre y Tejido hematopoyético.* [en línea] 2013. [Consulta: 10 octubre 2017] Disponible en: <https://www.ugr.es/~jmmayuso/Archivos%20colgados%20Terapia/La%20sangre%2009-10.pdf>

McArdle, W., et. al. *Fisiología del Ejercicio. Nutrición, Rendimiento y Salud.* 15° ed. Madrid – España. 2015. pp.43-46

OMS., *Actividad física.* [en línea] 2018. [Consulta: 12 abril 2018] Disponible en: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/es/>

Organización Mundial de la Salud., *Concentraciones de hemoglobina para diagnosticar la anemia y evaluar su gravedad.* [en línea] 2014. [Consulta: 15 marzo 2018] Disponible en: http://www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobin_es.pdf

Organización Mundial de la Salud., *La obesidad infantil es tema central en asamblea de OMS.* [en línea] 2014. [Consulta: 12 marzo 2018] Disponible en: https://www.paho.org/ecu/index.php?option=com_content&view=article&id=1234:mayo-21-2014&Itemid=972

Orrego, M. L., *Valores de hematocrito y de hemoglobina en deportistas evaluados en Instituto de Deportes de Medellín (Colombia).* [en línea] 2013. [Consulta: 25 mayo 2018] Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/amc/v32n4/v32n4a2.pdf>

Rodríguez, P., *Glóbulos blancos granulocitos: clasificación y función.* [en línea] 2015. [Consulta: 15 octubre 2017] Disponible en: <https://www.infobiologia.net/2015/05/globulos-blancos-granulocitos-clasificacion-funcion.html>

Romero G, E., "Monocitos y Macrófagos" *Revista Opción Médica.* [en línea] 2013. [Consulta: 25 mayo 2018] Disponible en: <http://www.se-arteriosclerosis.org/assets/monocitos-y-macr%C3%B3fagos.pdf>.

Ross, M. & Pawlina, W., *Histología: Texto y Atlas color con Biología Celular y Molecular.* 5ta ed. Madrid-España: Editorial Médica Panamericana 2007. pp. 67-69

Rubio, F., et. al. *Fundamentos y Técnicas de Análisis Hematológicos y Citológicos.* Madrid-España: Ediciones Paraninfo S.A. 2004. pp. 78-80

Sáenz, K., et. al. "Valores de referencia hematológicos en población altoandina ecuatoriana, empleando analizador SYSMEX XE-2100®" *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas*, 34, 1,2 (2009). pp. 31-40.

Sawka, M., et. al. "Volumen de sangre: importancia y adaptaciones al entrenamiento físico, estrés ambiental y trauma/enfermedad". *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1, 0195, (2000), pp. 332-348.

Tejada, H., *Enfermedades sanguíneas y alteraciones hemostáticas.* [en línea] 2017. [Consulta: 05 noviembre 2017] Disponible en: <https://hetp.files.wordpress.com/2011/04/discrasias-sanguc3adneas.pdf>

Ulrich, W., *Histología.* 2ª ed. Madrid-España: Editorial Médica Panamericana 2010. pp. 133-138

Ulloa, B., et. al. *Fundamentos de Hematología.* [en línea] 2017 [Consulta: 02 marzo 2018] Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13874/1/Fundamentos%20de%20hematolog%C3%ADa.pdf>

Urdampilleta, A., et. al. "Parámetros bioquímicos básicos, hematológicos y hormonales para el control de la salud y el estado nutricional en los deportistas". *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 3, 18, (2012), pp. 155-171.

Vega, M., *Linfocitos.* [en línea] 2009. [Consulta: 20 octubre 2017] Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2009/un096i.pdf>

Vivier, E., et. al. *Innate or Adaptive Immunity? The Example of Natural Killer Cells.* [en línea] 2011. [Consulta: 11 mayo 2018] Disponible en: <http://science.sciencemag.org/content/331/6013/44>

Yanchatuña, M., *Determinación de electrolitos, glucosa, hematocrito pre y post entrenamiento en la División Formativa Sub 12 y Sub 14 del Club Deportivo Mushuc Runa S. C, y su relación con el tiempo de actividad física.* [en línea] 2017. [Consulta: 12 junio 2018] Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25773/2/Proyecto%20Yanchatu%C3%B1a.pdf>

ANEXOS

Anexo A. Socialización en la Federación Deportiva de Chimborazo





Anexo B. Toma de muestras en la federación deportiva de Chimborazo





Anexo C. Procesamiento de muestras sanguíneas en el Laboratorio Clínico de la ESPOCH





Anexo D. Consentimiento informado realizado para los deportistas de la FDCH

 PROYECTO DE VINCULACIÓN ENTRE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO Y LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DE CHIMBORAZO. 

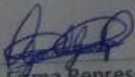
"POR UN DEPORTE SANO"

AUTORIZACIÓN:


PRUEBAS BIOQUÍMICAS A DEPORTISTAS (EXÁMENES DE: sangre, orina, heces)

Yo Luis Gonzalo Guashpa Carrillo en mi calidad de representante legal (padres, tutores) del deportista Byron Joel Guashpa Caiza, portador de la cédula de ciudadanía o número de pasaporte 06054194B-0 de la disciplina deportiva Atletismo, autorizo a FDCH para que, a través de los profesionales en Bioquímica y Farmacia de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, tomen las muestras biológicas con el objetivo de analizar y monitorear el estado de salud de mi representando, buscando un mejor aprovechamiento en las cargas de trabajo que se aplican en los entrenamientos, y así poder elevar el resultado deportivo.

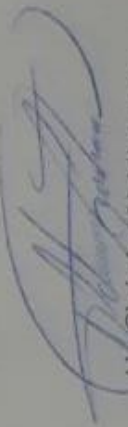
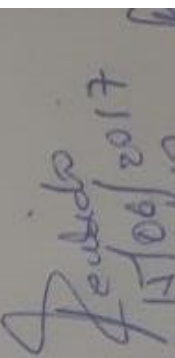
Fecha: En la ciudad de Riobamba, día 25, mes Julio de 2017

Nombres completos representante:	<u>Luis Gonzalo Guashpa Carrillo</u>	
Edad deportista:	Fecha de nacimiento:	Edad:
	<u>22 de Agosto del 2002</u>	<u>14</u>
C. Identidad deportista:	<u>06054194B-0</u>	
Dirección domiciliaria deportista:	<u>Control Norte (Barrio Cisneros de Tapi)</u>	
e-mail deportista:	<u>byronguashpa666@gmail.com</u>	
Celular y/o Convencional:	<u>2561-680</u>	
		
Firma Representante:		
<u>C.I. 060212006-5</u>		

Anexo E. Formato de reporte para resultados

 <p>UNIVERSIDAD DEL CHIMBORAZO Escuela de Biología y Biotecnología</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA PROYECTO DE VINCULACIÓN "POR UN DEPORTE SANO"</p>	
<p>FEDERACIÓN DEPORTIVA DE CHIMBORAZO</p>		
<p>Apellidos y Nombres:</p>	<p>Sexo:</p>	<p>Fecha de toma de muestra:</p>
<p>Código:</p>	<p>Edad:</p>	<p>Fecha de análisis:</p>
<p>REPORTE DE EXÁMEN HEMATOLOGICO EN SANGRE</p>		
DETERMINACIONES	RESULTADOS	INTERVALOS BIOLÓGICOS
LEUCOCITOS		4.3 - 10.0 x10 ⁹ mm ³
PLAQUETOS		4.7 - 5.0 x10 ⁹ mm ³
HEMOGLOBINA		H: 14 - 18 M: 12 - 16 g/dl
HEMATOCRITO		H: 42 - 52 M: 37 - 47 %
PLAQUETAS		1.3 - 4.0 x 10 ⁹ mm ³
VSG		H: 0 - 10 M: 0 - 20 mm/h
VCM		80 - 100 fL
HCM		27 - 52 pg
CHCM		32 - 36 g/dl
%NEUTRÓFILOS		40 - 70 %
%LINFÓCILOS		20 - 30 %
%MONOCITOS		4 - 8 %
%ERITROSITOS		0 - 2 %
%TROMBOCITOS		0 - 6 %
<p>REPORTE DE QUÍMICA SANGUÍNEA</p>		
GLUCOSA		73 - 113 mg/dl
TRIGLICÉRIDOS		hasta 130 mg/dl
COLESTEROL		hasta 180 mg/dl
HDL		H: 33 - 53 M: 43 - 63 mg/dl
LDL		140 - 160 mg/dl
ACIDO ÚRICO		2.4 - 7.3 mg/dl
UREA		10 - 30 mg/dl
CREATININA		0.7 a 1.5 mg/dl
<p>Dra. Sandra Escobar Laboratorio Clínico ESPÓCH</p>		
<p>Validado por: Dra. SANDRA ESCOBAR.</p>		

Anexo F. Permiso otorgado por la Federación Deportiva de Chimborazo

	
FEDERACIÓN DEPORTIVA DE CHIMBORAZO	
MEMORANDUM	
<hr/>	
DE:	AB. CHRISTIAN VALDIVIEZO S.
PARA:	Lcdó. Santiago Buenaño
ASUNTO:	LO INDICADO
<hr/>	
No. 005-SG_FDCH Riobamba, 15 de junio del 2017	
SECRETARIO GENERAL (E) METODOLOGO	
<p>Por disposición de Sr. Wanderberg Villamarín, Presidente, y, Leda. Rocío Alvarez, Administradora de la Institución, comunico a usted que será el responsable de coordinar las actividades referentes al Proyecto de Vinculación denominado "PÓR UN DEPORTE SANO" que mantiene Federación Deportiva de Chimborazo con la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.</p> <p>Particular que comunico para los fines pertinentes.</p> <p>Atentamente,</p> <p>DEPORTE Y DISCIPLINA</p>	
 AL Christian Valdivieso S. SECRETARIO GENERAL (E) FEDERACIÓN DEPORTIVA DE CHIMBORAZO COORDINADOR TECNICO (E)	
 cc.- Lcdó. Guillermo Luque	
  	

Anexo G. Permiso otorgado por la Unidad Educativa Intercultural Bilingüe “Monseñor Leónidas Proaño”

Riobamba, 20 de septiembre del 2017

Señor.

Master Pedro Valente

RECTOR UNIDAD EDUCATIVA INTERCULTURAL BILINGÜE “MONSEÑOR LEONIDAS PROAÑO”

Presente.

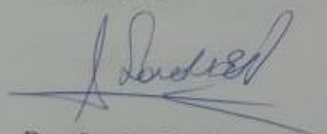
De mi consideración.

Reciba un cordial saludo de la Escuela Superior politécnica de Chimborazo y de manera especial de la Facultad de Ciencias- Escuela de Bioquímica y Farmacia, conocedores de su compromiso con la educación nos permitimos solicitar muy comedidamente la participación de la Unidad Educativa que usted tan acertadamente dirige en la ejecución de los proyectos de titulación en el área clínica.

La intervención consiste en la realización de exámenes de sangre, orina y heces con la participación activa de 30 estudiantes en edades comprendidas entre 8 y 18 años los cuales serán escogidas al azar previo a la autorización de sus padres de familia o representantes. Dicho proyecto hace énfasis en la importancia que tiene la salud en los estudiantes. Cabe mencionar que los materiales para la recolección de muestras biológicas serán otorgados por los tesisistas.

En espera de su positiva respuesta, expreso mis más sinceros agradecimientos.

Atentamente,



Dra. Sandra Escobar

DOCENTE TUTORA ESPOCH

Para: Inspectores y Docentes
Autorizo a los solicitantes
a seleccionar a estudiantes
al azar de los 5to grado hasta
3º Bachillerato en la sede
matriz -
2017/09/20
Heberto
Vice Rector